

Metall

119^h

Metall. 119 $\frac{h}{=}$

Warth

<36635807850011



<36635807850011

Bayer. Staatsbibliothek

Beiträge

zur

Hebung des Salinenbetriebs

auf den Standpunkt der Wissenschaft und Technik

von

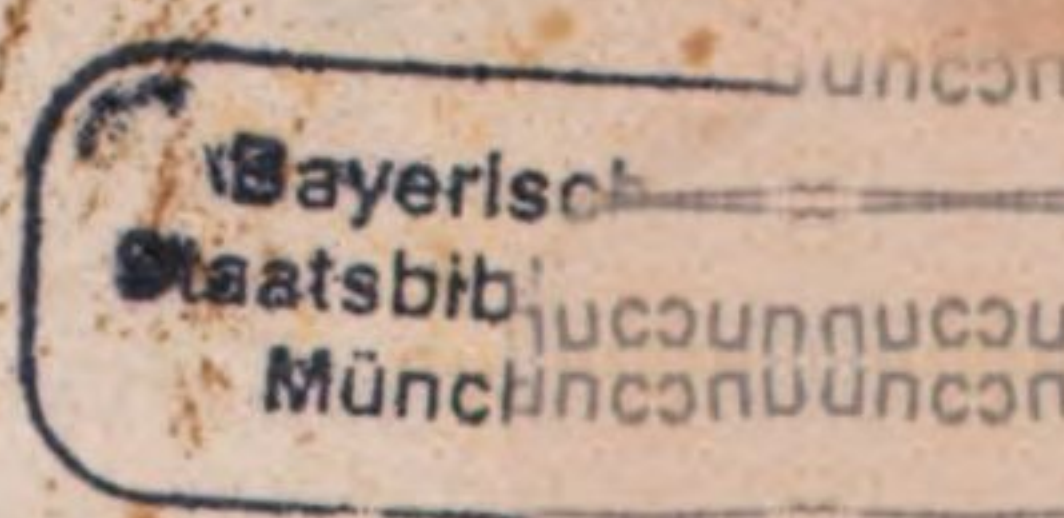
Dr. H. Warth.



Stuttgart.

Druck der J. B. Metzler'schen Buchdruckerei.

1870.



1841

Handlung des Salzhandels

Handlung des Salzhandels



I n h a l t.

	Seite
1) Verbrennungsversuche, ausgeführt bei den K. württembergischen Salinen zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Kamine (Berggeist 1866, Nro. 18)	1
2) Die Wärmetransmission und Ausnützung der durch die Feuerungen bei den Siedpfannen entwickelten Wärme	7
3) Pfannensteinbildung	11
4) Veränderlichkeit der Temperaturen beim Siedereibetrieb	14
5) Untersuchung über den wirklichen Dampfgehalt der von den Siedpfannen abziehenden mit Luft gemengten Dämpfe. Dabei eine Tabelle für die Tension des Wasserdampfes und für den volumetrischen Wasserdampfgehalt der bei 760 Millimeter Barometerstand mit Wasserdampf gesättigten Luft	19
6) Untersuchung über die Aufsaugung der Luft durch die hölzernen Mäntel der Siedpfannen bei Verdampfung der Soole unter gleichzeitiger Ausnützung der abziehenden Dämpfe	26
7) Tabelle zur Bestimmung des Wasserdampfgehalts der Luft, beziehungsweise der mehr oder weniger vollständig gesättigten Dämpfe von — 25 bis + 100 Graden Temperatur mittelst des aus trockenem und nassem Thermometer bestehenden Psychrometers	31
8) Über die Anordnung der Cirkulationen und Dampfabzugsschläuche bei den Dampfpfannen (Berggeist 1867 Nro. 4)	35
9) Über Vermehrung des Erzeugnisses der Dampfpfannen (Berggeist 1867 Nro. 66)	40
10) Versuche über den Dampfabzug	43
11) Wärmeverbrauch bei der Verdampfung	52
12) Über die Ausnützung der Wärme der Siedpfannendämpfe durch die Dampfpfannen. Hiebei eine Tabelle über die Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft nebst dem zu seiner Sättigung bei 760 Millimeter Barometerstand erforderlichen Wasserdampf von 0 Grad ausgehend für Temperaturen von 0 bis 100 Grad	59
13) Vorwärmapparate durch Dampf geheizt	67
14) Über die Löslichkeit des Kochsalzes bei verschiedenen Temperaturen nach Versuchen mit der Wilhelmsglucker Soole	71
15) Rohrdampfpfannen in England	80

	Seite
16) Die Cirkulation der Soole bei der Verdampfung und deren Folgen	87
17) Betrieb der Salzsiedepfannen in England mit spezieller Beziehung auf H. E. Falk's Salzwerke in Meadowbank, Winsford, Cheshire .	99
18) Betrieb von Salzpflanzen mittelst Maschinenkraft. Betrieb der Patentbuttersalzpflanzen oder Cirkularpfannen. Betrieb der länglich-viereckigen Pfannen in Marston	116
19) Fortschritte des Salinenbetriebs in Frankreich	124
20) Untersuchungen über das Hauten der Soole	129
21) Karsten's Tabelle zur Bestimmung des Salzgehalts der Soolen aus ihrem spezifischen Gewicht	146

Erstes Kapitel.

Verbrennungsversuche mit Steinkohlen, ausgeführt bei den Feuerungen der württembergischen Salinen zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Kamine.*

Diese Verbrennungsversuche habe ich angestellt, um eine Formel zu finden, vermittelt welcher für unsere Salinenanlagen aus der Durchschnittstemperatur des abziehenden Rauchs und den Dimensionen des Kamins etc. das stündlich verbrennbare Kohlenquantum bestimmt werden sollte. Die erhaltene Formel wurde im Berggeist vom 2. März 1866 mitgetheilt. Die Berechnung mit der Formel wird aber ziemlich complicirt und gibt leider keine ganz genauen Resultate, hauptsächlich desshalb, weil die zur Verbrennung desselben Kohlenquantums verbrauchte Luftmenge bei den verschiedenen Feuerungen nicht ganz dieselbe bleibt. Man erhält im Allgemeinen dieselben Resultate, wenn man einfach annimmt, dass die theoretische Luftmenge, beziehungsweise die Abzugsgeschwindigkeit der Gase im Kamin, ein bestimmtes Vielfaches von der wirklich gelieferten Luftmenge oder Geschwindigkeit sei. Dieses Vielfache ist nach dem aus meinen Versuchen berechneten Durchschnitt gleich 7, die zu erzielende Luftmenge also gleich $\frac{1}{7}$ der theoretischen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Resultate mitgetheilt und dabei der Betrag des Vielfachen für jeden einzelnen Versuch angegeben. Die Versuche wurden auf 3 Salinen bei 12 verschiedenen Pfannen angestellt. Sämmtliche Pfannen hatten je 2 Roste und es wurde stets auf beiden Rosten gefeuert mit Ausnahme der beiden letzten Versuche, bei denen zur Probe nur je der eine von beiden Rosten geheizt und der andere abge-

* Berggeist 1866, Nr. 18.

geschlossen wurde. Ueber sämmtlichen Rosten sind feuerfeste Gewölbe angebracht. Bei Pfanne 11 von Friedrichshall vereinigen sich die Gase sofort nach dem Austritt aus den Gewölben und ziehen vereinigt unter der Pfanne durch. Bei allen andern Pfannen dagegen bleiben die Gase von jedem Rost getrennt und die beiden Gasströme ziehen besonders unter den Pfannen und Trockenherden durch, um sich erst im Kamin zu vereinigen. Es wurde bei der Berechnung stets die Gesamtgasmenge in Betracht gezogen und der Gesamtquerschnitt der von den beiden Gasströmen gleichlaufend durchzogenen Kanäle in Rechnung genommen. Die Circulationen waren bei allen Pfannen von der Art, dass die Gase jeder Feuerung von den Rostgewölben aus in 3 bis 5 parallelen Zügen unter der Pfanne hin und her zogen. Von dem Pfannenherd traten die abziehenden Gase unter der Siedhaussoole durch nach den Rauchtrocknungen, in welchen mehr oder weniger Circulationen angebracht sind. Von den Rauchtrocknungen zogen sie ins Kamin. Das mittelst einer gegebenen Anlage stündlich verbrennbare Kohlenquantum wurde während des stärksten Störfeuers bei vollständig geöffneter Rauchklappe und Aschenfallthüre bestimmt. Man liess die Kohlen auf dem Rost auf eine bestimmte Höhe niederbrennen und begann alsdann mit einem gewogenen Kohlenvorrath zu schüren. Wenn nach Verlauf von 5 bis 6 Stunden der ganze Vorrath aufgeschürt war, liess man das Feuer wieder genau so weit niederbrennen, wie es am Anfang des Versuches der Fall war, und setzte alsdann die Zeitdauer der Verbrennung fest. Aus dieser und dem Gewicht des ganzen Kohlenvorraths berechnete sich der stündliche Kohlenverbrauch. Die Kohlen waren überall dieselben Ruhrgrubenkohlen mit wenig Stückkohlen. Geschürt wurde ebenfalls überall gleich, indem die Kohlen 12 bis 15 Centimeter hoch aufgeschüttet und die Röste so oft als thunlich von der Schlackenkruste befreit wurden. Die Roststäbe waren 5 Centimeter und deren Zwischenräume 1 Centimeter breit. Alle Roste waren, wie bereits bemerkt, mit Feuergewölben überdeckt, wodurch einerseits der Pfannenboden geschützt, andererseits aber eine im Vergleich zu andern Feuerungen sehr gute Verbrennung erzielt wird. Während jedes Verbrennungsversuches wurden auch noch Proben angestellt zur directen Bestimmung der Zeit, welche die Verbrennungsgase zur Durchlaufung sämmtlicher Kanäle vom Rost bis zur Kaminmündung brauchten.

Es geschah dies durch Aufschütten von Theer auf den Rost und Beobachtung der Zeit, nach welcher bei geschlossener Feuerthüre der aus dem Theer entwickelte Rauch an der Kaminmündung sichtbar wurde. Zu dieser Zeit wurde jedoch noch die Hälfte derjenigen Zeit addirt, welche vom ersten Sichtbarwerden des Rauchs bis zu seinem Verschwinden verstrich. Der Rauch blieb nämlich sehr lange an der Kaminmündung sichtbar, da auf dem langen Wege vom Roste an eine starke Vertheilung durch theilweises Voraneilen und Zurückbleiben einzelner Rauchpartien in den breiten Kanälen erfolgte. In der letzten Vertikalreihe der Tabelle ist die auf solche Weise beobachtete Zeitdauer des Rauchabzugs in Sekunden für jeden einzelnen Versuch angegeben. Diese Zeitdauer stimmt bei den meisten Versuchen auffallend genau mit der aus den Formeln berechneten Zeitdauer und es erhellt hieraus, dass der unserer Berechnung zu Grund gelegte Luftverbrauch auf die Gewichtseinheit verbrannter Kohle wenigstens annähernd richtig ist. Es wurde nämlich die doppelte theoretische Sauerstoffmenge angenommen, wobei auf 1 Q verbrannter Kohle 8,7 Kubikmeter Luft kommen. Die übrige Berechnung ergibt sich von selbst nach den in der Tabelle gemachten Angaben.

Tabelle für die Verbrennungsversuche mit

Saline.												
Nummer der Pfanne.												
Höhe des Kamins über dem Rost.												
Querschnitt des Kamins.												
Mittlere Kamintemperatur t_1 .												
Mittlere Temperatur der äussern Luft $-t$.												
Temperaturdifferenz $t_1 - t$.												
Theoretische Geschwindigkeit des Rauchs im Kamin $v = \sqrt{2gh} \cdot 0,003665 (t_1 - t)$												
Anzahl Kubikmeter Rauch bei t_1 Grad auf je 1 fl verbrannter Kohlen $= 8,7 (1 + \alpha t_1)$.												
Stündlicher Kohlenverbrauch mit $\frac{1}{7}$ der theoretischen Ausströmungsgeschwindigkeit berechnet.												
Wirklicher stündlicher Kohlenverbrauch beim Versuch.												
Wirkliche Geschwindigkeit des Rauchs im Kamin.												
Vielfaches der theoretischen Geschwindigkeit von der wirklichen.												
		Meter.	Quadratmeter.	Grade.	Grade.	Grade.	Meter.	Kubikmeter.	Pfunde.	Pfd.	Meter.	
Friedrichshall.	4	29,2	0,44	102	14	88	13,59	11,95	257	300	2,26	6,00
	5	29,2	0,44	91	14	77	12,72	11,60	248	330	2,42	5,27
	7	27,2	0,33	82	14	68	11,53	11,31	173	146	1,39	8,29
	8	27,2	0,33	50	17	33	8,03	10,29	132	120	1,04	7,73
	9	27,2	0,33	64	10	54	10,28	10,74	162	126	1,14	9,02
	10	27,2	0,33	77	15	62	11,01	11,16	168	240	2,25	4,88
	11	22,9	0,30	41	19	22	6,02	10,01	93	110	1,02	5,91
	12	22,9	0,38	70	15	55	9,52	10,93	170	170	1,36	7,00
Hall.	1	21,2	0,57	68	11	57	9,32	10,87	251	190	1,01	9,26
	2	21,2	0,57	98	13	85	11,38	11,82	282	286	1,65	6,91
	3	21,2	0,57	65	13	52	8,90	10,77	242	196	1,03	8,65
Wilhelmshall.	3	23,2	0,34	75	22	53	9,40	11,09	148	136	1,23	7,63
	3	23,2	0,34	42	9	33	7,42	10,04	129	152	1,25	5,95
	3	23,2	0,34	43	17	26	6,59	10,07	114	104	0,86	7,70
	3	23,2	0,34	39	15	24	6,33	9,94	111	100	0,81	7,79
Durchschnitt:									179	180	7,20	

Steinkohlen auf 3 württembergischen Salinen.

Ganze Länge sämtlicher Kanäle.	Mittlerer Querschnitt sämtlicher Kanäle.	Rostfläche beim Versuch.	Stündlicher Kohlenverbrauch auf 1 Quadratmeter Rostfläche beim Versuch.	Stündlicher Kohlenverbrauch auf 1 Quadratmeter Kaminquerschnitt.	Flächeninhalt der Siedpfanne.	Unter der Siedpfanne durchlaufener Weg.	Temperatur beim Austritt von der Pfanne.	Ganzer Flächeninhalt der Rauchtrocknungen.	Temperatur beim Austritt von der Rauchtrocknung und Eintritt ins Kamin.	Zeitdauer des Rauchabzugs vom Rost bis zur Kaminöffnung nach der Theerprobe.	Transmissionscoefficient für die Siedpfanne.
Meter.	Quadratmeter.	Quadratmeter.	Pfunde.	Pfunde.	Quadratmeter.	Meter.	Grade	Quadratmeter.	Grade.	Sekunden.	ψ
115,7	0,74	1,64	183	682	101,8	37,8	190	62	120	90	20,8
115,7	0,74	1,64	201	750	106,7	37,8	200	62	107	70	21,0
118,9	0,70	1,15	127	442	135,5	28,4	140	70	90	125	9,1
167,3	0,49	1,15	104	364	135,5	48,7	110	70	60	240	9,3
167,3	0,49	1,15	110	382	135,5	48,7	110	70	70	150	9,7
127,8	0,59	1,97	122	727	135,5	48,7	140	70	80	125	15,9
136,1	0,52	0,82	134	367	112,1	63,6	90	53	46	120	11,4
88,8	0,74	0,90	189	447	104,4	28,7	115	49	74	85	15,2
108,0	0,75	1,72	111	334	103,7	37,2	146	57	71	95	16,2
107,4	0,73	1,84	155	502	108,4	37,2	146	57	100	60	23,5
109,2	0,72	1,95	100	342	127,3	40,1	123	51	76	110	16,3
95,7	0,82	1,58	86	400	90,0	33,0	145	57	81	100	12,7
95,7	0,82	1,58	96	447	90,0	33,0	102	57	45	300	20,2
90,5	0,46	0,79	132	306	90,0	33,0	118	57	46	160	22,8
98,0	0,46	0,79	127	294	90,0	33,0	105	57	42	400	25,0
			132	450							16,6

Das Vielfache der theoretischen Geschwindigkeit von der wirklichen differirt von 5 bis 9 und es lässt sich über den Zusammenhang dieser Differenzen mit den Dimensionen der Kanäle und mit der ganzen Feuerungsanlage, wie bereits bemerkt, kein allgemein giltiges Gesetz ableiten. Die mittlere Kamintemperatur konnte bei einem Versuch, beim ersten der dritten Pfanne in Wilhelmshall, als Durchschnitt aus der Eintritts- und Austrittstemperatur bestimmt werden, indem das ganz freistehende Kamin durch ein Gerüste bis zur Mündung zugänglich gemacht war. Die Temperatur beim Eintritt betrug im Durchschnitt während des Versuchs 81° , die beim Austritt 71° , wornach die mittlere Temperatur zu 75° angenommen werden kann, wie in der Tabelle geschehen. Bei den andern Kaminen, welche sich innerhalb der Siedhäuser erheben, wurden auf halber Höhe des Kamins Löcher gebohrt und die durch dieselben beobachtete Rauchtemperatur als die mittlere angenommen. Sämmtliche Temperaturen wurden während des Versuchs nach jeder halben Stunde beobachtet und aus diesen Beobachtungen erst die in der Tabelle angegebenen Durchschnittszahlen berechnet. Die Pfannen Nro. 11 und 12 in Friedrichshall sind Grobsalzpflanzen und in Nro. 7, 8 und 9 wird mittelkörniges Salz erzeugt, während alle übrigen Pfannen auf feinkörniges Salz betrieben werden. Hiernach ergeben sich bei letzteren in Folge der höhern Sooltemperatur und des stärkern Betriebs im Allgemeinen auch höhere Abzugstemperaturen. Der mittlere stündliche Kohlenverbrauch per Quadratmeter Rostfläche beträgt 132 q und wechselt von 100 bis 200 q . Der mittlere stündliche Kohlenverbrauch per Quadratmeter Kaminquerschnitt beträgt 450 q und wechselt von 300 bis 700 q . Rostfläche und Kaminquerschnitt sind sehr gross im Verhältniss zum Kohlenverbrauch, weil im Verhältniss zu andern Feuerungen ein schwacher Zug vorhanden ist, was durch die der starken Ausnützung und dem langen Weg der abziehenden Gase gegenüber geringe Kaminhöhe bedingt wird.

Zweites Kapitel.

Die Wärmetransmission in Bezug auf die Ausnützung der durch die Feuerungen entwickelten Wärme bei den Siedpfannen.

Die Transmission der Wärme aus den heizenden Gasen an die in der Pfanne befindliche Soole geschieht nach gewöhnlicher Annahme in der Weise, dass die in der Zeiteinheit auf einer Flächeneinheit des Pfannenbodens übertragene Wärmemenge gleich ist dem Produkt aus dem jeweiligen Temperaturunterschied zwischen Soole und heizenden Gasen und einem Transmissionscoefficienten ψ , der für dieselbe Pfanne als constant betrachtet wird und bei verschiedenen Pfannen und unter verschiedenen Umständen verschieden ist. Der Transmissionscoefficient ψ ist kleiner oder grösser, je nachdem er mehr oder weniger unten mit Russ und oben mit Pfannenstein oder Salz bedeckt ist. Als Zeiteinheit nehmen wir die Stunde an, weil wir die Brennmaterialconsumtion ebenfalls nach der Anzahl Kilogramme Kohlen bestimmen, welche in der Stunde verbrannt werden. Flächeneinheit ist der Quadratmeter. Die Wärmeeinheit ist eine Kalorie gleich der zur Erwärmung eines Kilogramms Wasser um 1 Grad erforderlichen Wärmemenge. Nach dem oben angegebenen Gesetze können wir bei bekanntem Transmissionscoefficienten die bei einer gewissen Pfannenfläche stattfindende Wärmeabgabe und den Grad der Abkühlung der abziehenden Gase aus der stündlichen Brennmaterialmenge, der Sooltemperatur etc. bestimmen und umgekehrt lässt sich bei gegebener Abzugstemperatur der Transmissionscoefficient ψ bestimmen. Die Berechnung geschieht in folgender Weise: Wir nehmen bei Steinkohlen die entwickelte Anfangstemperatur zu 1200 Graden an und doppelte nothwendige Luftmenge. Hiebei ist die durch Abkühlung des gesammten aus 100 Kilogramm Brennmaterial entwickelten Gasgemisches um 1 Grad frei werdende Wärmemenge gleich 584 Kalorien. Wir nennen s diejenige Wärmemenge, welche hiernach durch Abkühlung des aus dem stündlich verbrannten Kohlenquantum entstandenen Gasgemisches um 1 Grad frei wird. Es ist alsdann, wenn q das stündlich ver-

brannte Kohlenquantum in Pfunden, $s = \frac{1}{2}q \cdot \frac{584}{100} = 2,92q$. Wir denken uns nun die durch Gase erhitzte Pfannenfläche in Flächen von 1 zu 1 Quadratmeter abgetheilt. Beim Antritt ihres Weges unter der Pfanne weg haben die Gase, wie oben angenommen, 1200 Grad. Die Temperaturdifferenz ist, wenn τ die Temperatur der Soole: $t_0 = 1200 - \tau$. Bei dieser Temperaturdifferenz ist die während der Durchlaufung des ersten Quadratmeters stattfindende Wärmetransmission $= t_0 \psi$. Die aus dieser Wärmeabgabe resultirende Temperaturerniedrigung ist gleich dem Quotienten aus der so zu nennenden specifischen Wärme s oder gleich $\frac{t_0 \psi}{s}$. Die nach dem ersten Quadratmeter stattfindende Temperaturdifferenz heiße t_1 , die nach dem zweiten t_2 u. s. f., die nach Quadratmetern t_n . Es ist alsdann die Temperaturdifferenz $t_1 = t_0 - t_0 \frac{\psi}{s} = t_0 \frac{s - \psi}{s}$.

Während Durchlaufung des zweiten Quadratmeters ist die Temperaturerniedrigung analog wie vorhin gleich $\frac{t_1 \psi}{s}$, somit die Endtemperaturdifferenz $t_2 = t_1 - \frac{t_1 \psi}{s} = t_1 \frac{s - \psi}{s}$. Aus dieser und der vorigen Gleichung ergibt sich $t_2 = t_0 \left(\frac{s - \psi}{s} \right)^2$ und es ist allgemein $t_n = t_0 \left(\frac{s - \psi}{s} \right)^n$, indem je die nachfolgende Temperaturdifferenz gleich $\frac{s - \psi}{s}$ mal die vorhergehende ist. Hat eine Pfanne n Quadratmeter Flächeninhalt, so ist demnach die Temperaturdifferenz der abziehenden Gase $t_n = t_0 \left(\frac{s - \psi}{s} \right)^n$, wobei $t_0 = 1200 - \tau$.

Die wirkliche Abzugstemperatur ist um die Sooltemperatur τ höher, also $= t_n + \tau = \tau + (1200 - \tau) \left(\frac{s - \psi}{s} \right)^n$.

Mittelst dieser Formel kann nun auf die einfachste Weise sowohl die Abzugstemperatur der Gase und damit der Grad der Ausnützung der Wärme, als auch umgekehrt der Transmissionscoefficient ψ bei beobachteter Abzugstemperatur bestimmt werden.

Der Einfluss von Veränderungen in der Temperatur der Soole auf die Abzugstemperatur der Gase lässt sich nach dieser Formel

auch sofort feststellen. Einer Änderung der Sooltemperatur τ entspricht stets eine gleiche Änderung der ersten Temperaturdifferenz $t_0 = 1200 - \tau$. Die Endtemperaturdifferenz erhält man durch Multiplikation der Anfangstemperaturdifferenz t_0 mit $\left(\frac{s-\psi}{s}\right)^n$. In der Praxis ist nun stets die Endtemperaturdifferenz sehr klein im Verhältniss zur Anfangstemperaturdifferenz. Sind daher die Anfangstemperaturen nur wenige Grade verschieden, so sind die durch Multiplikation der ersteren mit demselben Faktor erhaltenen Endtemperaturen nur um kleine Bruchtheile eines Grades verschieden, also für die Praxis als gleichbleibend anzunehmen. Wir erhalten bei verschiedenen Sooltemperaturen gleichen Temperaturüberschuss der abziehenden Gase und damit den Satz, dass sich die wirkliche Temperatur der abziehenden Gase um ebenso viele Grade vermehrt oder vermindert, als sich die Sooltemperatur vermehrt oder vermindert. Wir geben hiernach folgende Zusammenstellung über die Ausnützung der Wärme bei einer Siedpfanne mit verschiedener Temperatur der Soole, bei welcher für 90 Grad Sooltemperatur die Abzugstemperatur zu 120 Grad gefunden wurde.

Dampf- abzugs- temperatur = $0,8\tau$.	Sool- temperatur τ .	Rauch- abzugs- temperatur $t^n + \tau$.	Wärme- ausnützung in Procenten.	Verhältniss der Wärme- ausnützung.
80°	100°	130°	89,2 %	100,0
76	95	125	89,6	100,5
72	90	120	90,0	100,9
68	85	115	90,4	101,3
64	80	110	90,8	101,8
60	75	105	91,2	102,2
56	70	100	91,7	102,7
52	65	95	92,1	103,2

Das nach dieser Tabelle obwaltende Verhältniss der Wärmeausnützung kann für alle Fälle als annähernd richtig betrachtet werden, da erst bei sehr bedeutender Änderung der Abzugstemperatur gegenüber der Sooltemperatur eine merkliche Veränderung des Verhältnisses der Wärmeausnützung eintritt.

Was nun den Werth des Transmissionscoefficienten ψ betrifft, so habe ich denselben für die im vorigen Kapitel mitgetheilten Verbrennungsversuche berechnet; die seiner Zeit nicht beobachteten Sooltemperaturen habe ich dabei annähernd geschätzt. Die Verbrennungsproben waren unter den verschiedensten Umständen und theils am Anfang, theils am Ende der Siedwerke ausgeführt. Es ergeben sich desshalb, wie aus der Tabelle S. 4 und 5 ersichtlich, sehr verschiedene Werthe für ψ , indem dieselben von $\psi = 9$ bis $\psi = 25$ differiren. Sicher erscheint auch, dass ψ um so grösser wird, je grösser die Geschwindigkeit der Gase unter der Pfanne ist. Es wird somit das früher hierüber Gesagte bestätigt. Ferner ist ψ um so grösser, je grösser die auf gleicher Pfannenfläche wirklich transmittirte Wärmemenge ist. Im Durchschnitt wird nach den Verbrennungsproben $\psi = 16,6$, was ein kleiner Werth ist im Verhältniss zuden sonst für Dampfkessel gefundenen.

Um zu sehen, wie ψ mit der Dauer der einzelnen Siedwerke in Folge der allmählig steigenden Verrussung und Absetzung von Pfannenstein sich vermehrt, habe ich besondere Verbrennungsproben in den Siedhäusern Nro. I. und II. in Wilhelmshall angestellt, deren Resultate in der Tabelle Seite 11 zusammengestellt sind. Es wurde in gleicher Weise wie früher bei den Rauchabzugsproben während 4 bis 5 Stunden ein abgewogenes Kohlenquantum verbrannt und gleichzeitig die durchschnittliche Rauchabzugs- und Sooltemperatur bestimmt. Der Betrieb der Pfannen war 8stündig.

Die ersten Proben sind im Siedhaus Nro. I., die folgenden im Siedhaus Nro. II. angestellt worden. Beide Siedhäuser sind aber vollkommen gleich. Der Wärmetransmissionscoefficient nimmt mit der Dauer des Werks unzweifelhaft ab, so sehr er auch im Einzelnen wechselt. Bei beiden letzten Proben ist der Coefficient sehr klein ausgefallen, weil hier langsam ausgetrieben wurde und die Pfanne voll von Salz war. Aus Letzterem kann jedoch nicht unmittelbar auf den nachtheiligen Einfluss der Ablagerung von Salz in der Pfanne geschlossen werden, da die unverhältnissmässig schwache Heizung ohnediess zu verschiedenem Resultat führen musste.

Anzahl der vorausgegangenen Betriebstage.		Stündlicher Kohlenverbrauch q in Pfunden.	Mittlere Rauchabzugstemperatur.	Mittlere Sooltemperatur.	Werth von ψ .
Siedhaus					
Nro. II.	2	136 $\bar{u}$	108°	89°	17,55
»	3	107	109	92	14,17
»	5	125	110	89	15,75
»	8	143	113	90	17,61
»	17	133	112	86	15,88
»	17	139	131	93	14,92
»	24	128	117	90	15,12
»	27	128	148	96	12,47
»	28	139	141	90	13,65
»	28	147	132	94	15,78
Nro. I.	34	125	123	92	14,22
»	35	133	122	85	14,43
»	49	100	117	85	11,30
»	51	105	113	86	12,41
»	55	108	117	83	12,00
»	55	129	141	94	12,99
»	58	80	127	87	8,48
»	58	58	116	92	7,06

Drittes Kapitel.

Pfannensteinbildung.

Unsere württembergischen Bohrlochsoolen, von denen wohl andere sich nicht wesentlich unterscheiden werden, enthalten alle nach Fehling's Analysen nahezu $\frac{1}{2}$ Procent schwefelsauren Kalk, während die aus Steinsalz in den Gruben bereitete Soole nur 0,15 Procent enthält. Die Bohrlochsoolen hätten somit überreichlich Material zur Bildung des so schädlichen Pfannensteins. Es geht jedoch der weitaus grössere Theil des schwefelsauren Kalks als

Gyps in das Kochsalz über und nur etwa der 5. Theil bleibt in der Form unlöslichen Anhydrits im Pfannenstein zurück. Es folgen hier 3 Analysen des Pfannensteins von Wilhelmshall:

Es wurden 3 Proben am Schlusse 50tägiger Siedwerke genommen.

Nro. I. Ein nur 5 bis 10 Millimeter dicker Pfannenstein zur Seite des Feuers gebildet, von bedeutender Härte und Dichtigkeit.

Nro. II. Ein 6 Centimeter dicker, ebenfalls ganz dichter Pfannenstein über dem Feuer gebildet, wobei die obere lockere und wasserhaltige Schichte weggeschlagen und nur ein ganz reines Stück aus der Mitte zur Probe genommen wurde.

Nro. III. Ein 8 Centimeter dicker Pfannenstein, wie der vorige, aber aus einer andern Pfanne.

Die Wasserbestimmung geschah durch 7stündiges Erhitzen bei genau 220 Grad, wobei alles Wasser des schwefelsauren Kalks entfernt werden musste.

Das Chlornatrium wurde aus dem Chlor als Chlorsilber bestimmt. Vom Gyps wurde sowohl die Schwefelsäure als auch der Kalk bestimmt und daraus der durchschnittliche Gehalt an schwefelsaurem Kalk berechnet. Magnesia war keine vorhanden, von Eisen und Thon unbestimmbare Spuren. Kohlensäure war in merklicher Menge nur in Nro. I. enthalten, konnte aber nicht bestimmt werden. Es wurde desshalb der wenige kohlensaure Kalk zum schwefelsauren gezählt. Die Analyse ergab nun:

	Probe Nro. I.	II.	III.
Wasser	0,8	0,1	0,4
Chlornatrium	14,0	83,1	85,1
Schwefelsaurer Kalk .	85,2	16,8	14,5
Summe .	100,0	100,0	100,0

Es ist demnach so wenig Wasser vorhanden, dass dasselbe bei Weitem nicht hinreicht, um nur $\frac{1}{2}$ Aequivalent mit dem schwefelsauren Kalk zu verbinden, welche Verbindung bei 100 Grad noch bestehen kann. Der Pfannenstein ist demnach einer Temperatur von über 200 Grad ausgesetzt gewesen und als Anhydrit zu betrachten. Dass Fehlings Analysen mehr Wasser nachweisen, rührt daher, dass hier die oberen lockern Schichten auch mitgepocht wurden und vielleicht auch sonst mehr hygroskopisches

Wasser darunter gekommen ist. Der harte dünne Pfannenstein Nro. I. enthält sehr wenig Kochsalz, nicht ganz so viel, als die dicken Sorten schwefelsauren Kalk enthalten. Ebenso enthalten die dicken Sorten nahezu so viel Kochsalz, als der dünne Pfannenstein schwefelsauren Kalk enthält. Mit den vorliegenden stimmen auch andere Analysen mehr oder weniger überein. Man erhält auf den verschiedenen Salinen bald viel bald wenig schwefelsauren Kalk im Pfannenstein, und gerade der dickste Pfannenstein ist in der Regel am ärmsten an schwefelsaurem Kalk und besteht fast aus reinem Salz. Es folgt daraus, dass der Gyps nicht einzige Ursache der Bildung des Pfannensteins ist. Vielmehr hat der Pfannenstein seine Entstehung hauptsächlich dem Auflagern von Salz auf den heisseren Stellen des Pfannenbodens zu verdanken. Wo nämlich auf dem stark erhitzten Pfannenboden Salz liegt, bildet sich unter dem Schutze des letzteren unmittelbar am Pfannenboden siedend gesättigte Lösung, aus der beim Aufkochen festes Salz am Boden der Pfanne abgeschieden wird, das den Gypsschlamm in sich einschliesst. Eine gar nicht oder bei niedrigerer Temperatur als der Siedhitze gesättigte Salzlösung könnte beim Aufkochen niemals festes Salz am Boden absetzen. Da man in unsern Pfannen aber stets nur Soole letzterer Art hat, so kann auch kein Salz mehr aufgebrannt und kein Pfannenstein gebildet werden, sobald das Ansammeln des Salzes am Boden der Pfanne überhaupt vermieden wird. Es geht dann auch von selbst der weitaus grösste Theil des Gypsschlammes unter das Kochsalz und kommt damit aus der Pfanne. Was sich wirklich noch an schwefelsaurem Kalk auf dem Boden ansetzt, kann nur von geringem Belang sein, und wird den Betrieb im Laufe von Monaten nicht benachtheiligen. Wie das Auflagern von Salz leicht umgangen werden kann, geht aus dem folgenden Kapitel hervor.

Rein aus schwefelsaurem Kalk bestehenden Pfannenstein fand ich in den Rohrdampfpfannen in Meadowbank (England). Es setzt sich der Gyps (mit welchem Wassergehalt, weiss ich bis jetzt noch nicht) an den Rohrwandungen fest, obgleich durchaus kein Sieden stattfindet. Bei einer mit besonderem Heizapparat und Circulation der Soole eingerichteten Dampfpfanne löst sich eine auf die Röhren gelegte Salzprobe von selbst wieder auf. Der Ansatz an den Röhren kann somit ausser dem durch Mutterlauge eingeschlossenen Salz absolut kein weiteres Salz enthalten. Dieser

Pfannenstein löst sich von selbst ab, indem die um die convexe Wandung sich bildenden Röhren aufspringen und grosse Stücke wie Rinde abfallen.

In den Siedpfannen in Meadowbank ist der Unterschied zwischen den beiden Arten von Pfannenstein, dem dünnen anhydritreichen und dem dicken anhydritarmen, ein sehr auffallender. Der erstere bildet sich stets über den direct von der Flamme geheizten Feuerblechen und wird von eigens dazu aufgestellten Arbeitern alle 2 Tage losgeschlagen und herausgefischt. (Die sogenannten Dodger.) Der hiebei gewonnene Pfannenstein ist 3—5 Millimeter dick und offenbar absolut salzfrei, von dem wenigen Salz abgesehen, welches durch mechanischen Einschluss von Soole aufgenommen werden muss. Man nennt diesen Stein in Meadowbank Sandscale. Er ist ein beliebtes Material zur Bedeckung von Spaziergängen und Gartenwegen. Ganz anders ist dagegen der dicke, in einiger Entfernung vom Feuer gebildete Pfannenstein, welcher nur alle 4—12 Wochen entfernt wird. Derselbe bildet sich unter aufliegendem Salz allmählig und besteht grösstentheils aus Salz mit dünnen Schichten von Anhydrit dazwischen. Eine dritte Art von Pfannenstein bildet sich häufig in den Pfannen von Meadowbank, bestehend aus einer dicken Salzmasse, die ganz erfüllt ist von kleinen Anhydritkügelchen mit 3—5 Millimeter Durchmesser. Diese durch das constante Aufkochen der Soole in Vertiefungen des Pfannenbodens entstandenen Kügelchen bilden eine sehr hübsche Analogie zu den sogenannten Sprudelsteinen, sowie den ähnlich gebildeten Rogensteinen des Jura.

Viertes Kapitel.

Veränderlichkeit der Temperaturen beim Siedereibetrieb.

Die Grundlage für jedes genauere Studium eines Verdampfungsprocesses bildet die Messung der verschiedenen obwaltenden Temperaturen. Da diese Temperaturen sich bei der bis jetzt gebräuchlichen Siedereimethode fortwährend ändern, so wurden bei allen im Nachfolgenden beschriebenen Verdampfungsproben die Tem-

peraturen Tag und Nacht hindurch stündlich oder je alle 2 Stunden aufgenommen und in Ermanglung eines Besseren einfach der Mittelwerth aus sämtlichen Temperaturbeobachtungen in Rechnung genommen. Um die Veränderlichkeit der Temperaturen wenigstens zu veranschaulichen, habe ich auf die Zeichnung Fig. 1 eine graphische Darstellung der während zweier Tage im Wilhelms-haller Siedhaus Nro. III. gemachten Temperaturbeobachtungen ausgeführt.

Dieses Siedhaus hat Eine Siedpfanne, deren Dämpfe durch einen sehr dichtgearbeiteten hölzernen Mantel aufgefangen und durch 2 Kanäle nach dem Herd einer Dampfpfanne geleitet werden. Unter der Dampfpfanne circuliren die Dämpfe 3mal und treten dann unter die im obern Stock befindliche hufeisenförmige Dampftrocknung. In dieser ziehen sie in Einem Strome durch, um sodann nach dem Kamin überzuziehen. Es wurde gemessen

- 1) die Temperatur der Soole in der Siedpfanne in einer vorderen Ecke;
- 2) die Temperatur der von der Siedpfanne abziehenden Dämpfe;
- 3) die Temperatur dieser Dämpfe beim Abzug vom Herd der Dampfpfanne nach der Dampfdörre;
- 4) die Temperatur derselben Dämpfe beim Abzug von der Dampfdörre nach dem Kamin;
- 5) die Temperatur der Soole in der Dampfpfanne;
- 6) die Temperatur der äussern Luft.

Während der Probezeit wurde in der Siedpfanne 2mal des Tages, also 12stündig, und in der Dampfpfanne 1mal, also 24stündig, ausgezogen.

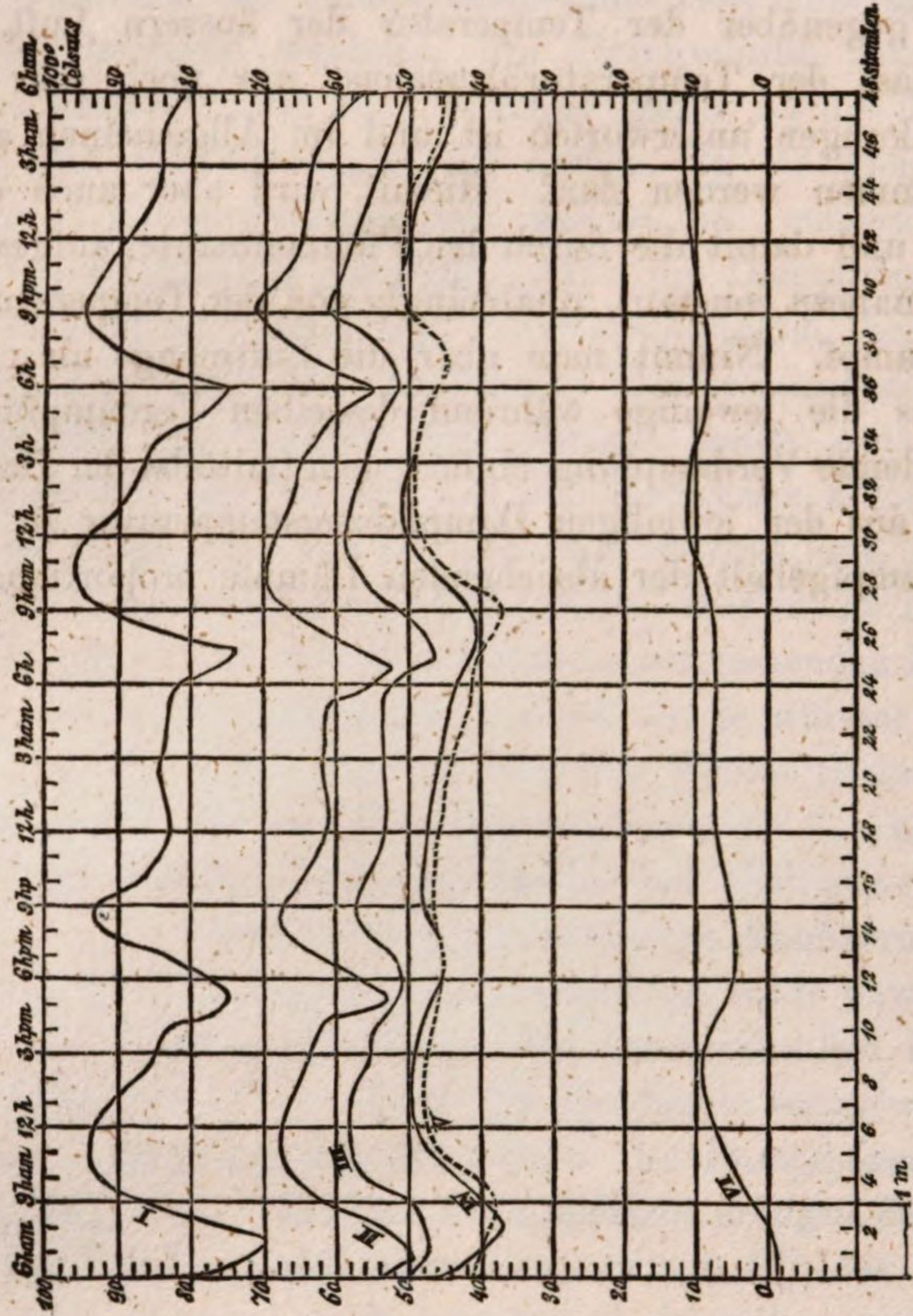
Das Ausziehen in der Siedpfanne geschah Morgens von 6 bis $6\frac{3}{4}$ Uhr und Abends von $4\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{4}$ Uhr. Das Einlassen dauerte durchschnittlich $1\frac{1}{2}$ Stunden und geschah zwischen $5\frac{1}{4}$ und $6\frac{3}{4}$ Uhr Morgens und zwischen 4 und $5\frac{1}{2}$ Uhr Abends. Durch das Einlassen der frischen Soole, wie auch durch das Ausziehen, wurde die Soole auf etwa 75 Grade abgekühlt. Die Curve Nro. I. für die Siedpfannensoole bildet hier bedeutende Sättel, steigt dann aber sogleich stark an, um nach wenigen Stunden ihren höchsten Stand von etwa 94° zu erreichen, da sofort nach beendigtem Ausziehen das Störfeuer beginnt. Nachdem das Maximum der Sooltemperatur erreicht ist, lässt man durch Verminderung des Zugs der Feuerung die Soole langsam erkalten

und sucht sie auf etwa 86° bis zum darauffolgenden nächsten Einlassen zu erhalten. Die Curve I. bildet dieser Soggzeit entsprechend Sättel, die wegen der verschiedenen Auszugszeit bei Tag etwas kürzer sind als bei Nacht. Die Curve II. nimmt vollständig dieselbe Form an wie Nro. I., und es sind die verschiedenen Dampfabzugstemperaturen den jeweiligen Sooltemperaturen genau proportional. Es verhalten sich in unserem Beispiel die erstern zu den letzteren wie 11:15. Hiernach ist klar, dass die Differenzen zwischen der Dampfabzugs- und Sooltemperatur mit Erhöhung der letzteren wachsen. Im Durchschnitt betrug die Differenz bei unserer Probe 23° . Weniger genau als die 2. Curve folgt die 3. den Veränderungen der ersten, da sie gleichzeitig auch von der 5. Curve abhängig ist, welche die Temperatur der Soole in der Dampfpfanne darstellt. Weil die Dampfpfanne ein grosses Wärmereservoir bildet, sind die Schwankungen ihrer Temperatur, wenn gleich mit der der Dämpfe übereinstimmend, doch viel geringer und die Maxima und Minima treten stets einige Stunden später ein, als bei den von der Siedpfanne abziehenden Dämpfen. In Folge dessen sind auch die Maxima und Minima bei der 3. Curve etwas hinausgerückt, wenn auch nicht in demselben Grade. Die unter der Dampfpfanne wegziehenden Dämpfe geben ferner um so mehr Wärme an diese ab, je wärmer sie im Verhältniss zur Soole in ersterer sind. Aus diesem Grunde entfernt sich auch bei den höchsten Temperaturen die 3. Curve am meisten von der zweiten, während sie ihr bei niedrigeren Temperaturen viel näher steht. Die fast vollständige Annäherung der beiden Curven während der Zeit des Ausziehens rührt davon her, dass hier noch überdiess die Menge der durchziehenden Dämpfe dem Volumen nach auf das Zwei- bis Dreifache vermehrt wird und somit die Abkühlung derselben unter der Dampfpfanne eine ganz geringe sein muss. Bei der Dampfpfanne erfolgte das Ausziehen alle 24 Stunden, und zwar Morgens von $8\frac{1}{2}$ bis 9 Uhr. Eingelassen wird jedesmal nach beendigtem Ausziehen von 9 bis $9\frac{1}{2}$ Uhr. Auf die Zeit des Einlassens fällt nun die allerniedrigste Temperatur der Dampfpfanne, da ohnediess kurz vorher die Temperatur der erwärmenden Dämpfe ihr Minimum erreicht, was beides aus der Figur ersichtlich ist. Was endlich die 4. Curve oder diejenige Temperatur betrifft, mit welcher die Dämpfe von der Dörre nach dem Kamin abgehen, so ist dieselbe in unserem

Beispiel beinahe vollständig identisch mit der 5. Curve oder der Temperatur der Soole der Dampfpfanne. Beide Curven ergeben im Durchschnitt dieselbe Temperatur von 47° . Die Maxima und Minima beider Curven sind denjenigen sämtlicher vorhergehenden Curven voraus. Was die 6. Curve, die der äusseren Lufttemperatur, betrifft, so ist diese hauptsächlich hinsichtlich ihres Abstands von der 4. Curve von Wichtigkeit. Dieser Abstand repräsentirt nämlich den Überschuss der Temperatur im Dampfkamin gegenüber der Temperatur der äusseren Luft. Es zeigt sich, dass der Temperaturüberschuss nur noch sehr schwachen Schwankungen unterworfen ist und im Allgemeinen als constant angenommen werden darf. Hiemit wird aber auch der Zug im Kamin und damit die durch den Pfannenmantel aufgesaugte Luftmenge nahezu constant, unabhängig von der Temperatur von Soole oder Dampf. Nimmt man aber die Luftmenge als constant an, so muss die jeweilige während desselben Verdampfungsversuchs stattfindende Verdampfung einfach dem (mittels der Dampfgehaltstabelle aus der jeweiligen Dampfabzugstemperatur zu bestimmen) Dampfgehalt der abziehenden Dämpfe proportional sein.

Graphische Darstellung der Temperaturen

bei der Sied- und Dampfpfanne im Siedhaus Nro. III in Wilhelmshall am 31. Januar und 1. Februar 1866.



- I. Soole der Siedpfanne I.
- II. Abzug vom Siedpfannenmantel II
- III. Abzug v. Dampfpfannenherd III
- IV. Abzug von der Dampfdörre IV
- V. Soole der Dampfpfanne V.

VI. Äussere Luft

Durchschnittstemperaturen.

- Soole der Siedpfanne. 86° C.
- Dampfabzugstemperatur bei der Siedpfanne. 63° C.
- Dampfabzug vom Dampfpfannenherd . . . 54° C.
- Abzug von der Dampfdörre 46° C.
- Soole der Dampfpfanne 46° C.
- Äussere Luft +8° C.

$a = 0,73 \text{ s.}$

Salzerzeugniss während 48 Stunden:

- Siedpfanne . . . 9000 fl.
- Dampfpfanne . . 1350 fl.

Fünftes Kapitel.

Untersuchung über den wirklichen Dampfgehalt der von den Siedpfannen abziehenden, mit Luft gemengten Dämpfe.

Zunächst soll die Dampfmenge bestimmt werden, welche der Theorie nach im Maximum in einem Gemenge von Luft und Dampf bei bestimmter Temperatur enthalten sein kann, und es sei zu dem Ende die Tabelle von Regnault zu Grunde gelegt »über die Tension des Wasserdampfes für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers.«

Weil in der mit Wasserdampf gesättigten Luft gerade so viel Wasserdampf enthalten ist, als sich in einem luftleeren Raum vermöge der herrschenden Temperatur entsprechenden Tension Wasserdampf gebildet hätte, so muss sich das auf den Atmosphärendruck reducirte Volumen des Wasserdampfes zu dem der Luft verhalten wie die entsprechende Tension des Wasserdampfes (in Millimetern Quecksilbersäule) zur Differenz dieser Tension und des Atmosphärendrucks (ebenfalls in Millimetern Quecksilber). Ist z. B. nach Regnault die Tension des Wasserdampfes bei 15° gleich 12,699 Millimetern, so verhält sich, den Druck der Atmosphäre zu 760 Millimetern angenommen, in der bei 15° mit Wasserdampf gesättigten Luft das Volumen des Wasserdampfes zu dem der Luft wie 12,699:760—12,699 oder das Gemenge enthält

$$\frac{12,699}{760} \times 100 = 1,67 \text{ Volumprocente Wasserdampf und } 98,33 \% \text{ Luft.}$$

Auf diese Weise wurde der procentische Dampfgehalt für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers berechnet und in nachstehender Tabelle angegeben.

Um nun zu wissen, wie gross der Dampfgehalt der von den Siedpfannen abziehenden Dämpfe ist, ob derselbe der Sättigung nahe kommt oder ob für die bestimmte Temperatur ein grosser Überschuss von Luft vorhanden sei, wurden in Wilhelmshall bei zwei Siedpfannen Versuche angestellt. Es sind hier die Siedpfannen auf gewöhnliche Weise mit möglichst dichten hölzernen Mänteln versehen. Innerhalb dieser sammeln sich die Dämpfe und ziehen alsdann durch zwei der Auszugsseite gegenüberliegende

horizontale Kanäle ab, um je zwei Beipfannen und die im obern Stock befindlichen Trockenherde zu erwärmen. Von den letztern aus werden die Dämpfe durch einen 21 Meter hohen Kamin angesaugt und ziehen in diesem gemengt mit dem Rauche ab. Die Oberfläche einer Siedpfanne beträgt nahezu 90 Quadratmeter. Bei 12stündigen Auszügen werden gegenwärtig in einer Siedpfanne 50 und in zwei Beipfannen 13 Ctr. Salz ersotten. Nach dem Ausziehen und Einlassen der Soole wird die Temperatur in der Zeit von 4 Stunden auf 94° gebracht (das Aufsieden) und dann bei schwächerem Feuer mit einer Temperatur von etwa 85° bis zum nächsten Auszuge abgedampft oder gesoggt.

Die Versuche wurden ausgeführt mittelst eines eingetheilten Glascyinders von 384 Kubikcentimeter Inhalt und eines gewöhnlichen Becherglases. Das letztere wurde mit kaltem Wasser gefüllt und durch eine seitliche Öffnung des Pfannenmantels mittelst einer Stange in den Dampfraum zwischen Soole und Mantel so eingehalten, dass es gerade vor die Einmündung eines der beiden Dampfabzugskanäle zu stehen kam. Der Glascyylinder wurde ebenfalls an einer Stange durch dieselbe Öffnung eingehalten und nach einigem Erwärmen vorerst in der Soole untergetaucht, wobei alle Luft ausgetrieben wurde und der Cylinder die Temperatur der Soole annahm. Hierauf wurde die Öffnung wieder gut verdeckt und dann der Glascyylinder mit Hilfe der Stange mit nach unten gerichteter Öffnung aus der Soole herausgezogen und in die Höhe gehalten, so dass er sich entleeren und mit den Dämpfen füllen konnte. Die Temperatur der Dämpfe wurde durch zwei Thermometer bestimmt, welche durch Öffnungen im Pfannenmantel von oben in den Dampfraum niederhiengen. Da die Temperatur der Soole eine viel höhere ist als die der Dämpfe, so wurde der Cylinder längere Zeit in dem Dampfraum gelassen (15 Minuten), damit er die Temperatur der Dämpfe genau annehmen konnte. Hierauf wurde der Cylinder mit seinem untern Ende in das Wasser im Becherglas eingetaucht und dadurch die im Cylinder enthaltenen Dämpfe vollständig abgeschlossen. Hätte man hier statt kalten Wassers von der heissen Soole der Siedpfanne im Becherglase, so würde diese durch Erwärmen einen Theil der Luft aus dem Glascyylinder wieder herausdrücken. Bei Anwendung von kaltem Wasser beginnt dagegen sogleich die Condensation der im Innern des Cylinders enthaltenen Dämpfe

und schreitet, nachdem der ganze Apparat aus dem Dampfraum herausgenommen ist, rasch vorwärts, bis endlich die im Cylinder eingeschlossene Luft die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hat. Aus dem abzulesenden Volum der im Cylinder zurückgebliebenen Luft lässt sich alsdann der Dampfgehalt bestimmen. Die Art der Berechnung nebst den Correcturen ist an dem folgenden Beispiele zu ersehen.

Während die Soole in der Siedpfanne 90° hatte, zeigten die abziehenden Dämpfe 70°. Nach erfolgter Condensation blieben 238 Kubikcentimeter Luft von 18° Temperatur im Cylinder. Diese Luft hat, weil sie über reinem Wasser abgeschlossen ist (die Tension des Dampfes aus der Soole ist bekanntlich eine andere als die des Dampfes aus reinem Wasser), nach der angegebenen Tabelle einen volumetrischen Dampfgehalt von 2,02%, welcher abzuziehen ist. Es bleibt somit noch ein reines Luftvolumen von $238 (1 - 0,0202) = 233,2$ Kubikcentimeter übrig. In dem abziehenden Dampfmenge von 70° Wärme hatte diese Luft folgendes

Volumen: $\frac{233,21 (1 + 70 \times 0,003665)}{1 + 20 \times 0,003665} = 274,9^{\text{cc}}$. Das Volumen

der in dem Cylinder eingeschlossen gewesenen Dämpfe von 70° betrug 384^{cc}. Es blieben somit an reinem Wasserdampf 109,1^{cc} oder 28,4%. Im Nachfolgenden sind die Resultate von zehn Versuchen zusammengestellt. Es ist

- t_s die Temperatur der Soole,
- t_a die entsprechende Temperatur der Dämpfe,
- t_o die Temperatur der im Cylinder zurückgebliebenen Luft,
- v abgelesenes Luftvolumen,
- p aus dem Versuch sich ergebender Procentgehalt,
- p_o Wasserdampfgehalt der gesättigten Luft von t_a Graden nach der frühern Tabelle.

t_s	t_a	t_o	v	p	p_o
81	59	17	284	16,8	18,68
84	65	18	265	21,5	24,60
84	66	20	260	23,4	25,72
86	68	20	246	27,1	28,10
87	68	18	250	25,2	28,10
86	69	18	245	26,6	29,36
87	69	18	242	27,4	29,36
90	70	18	238	28,4	30,67
90	71	18	233	29,7	32,03
91	71	18	244	26,5	32,03

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, dass der Dampfgehalt fast ohne Ausnahme nur wenige Procente hinter dem berechneten Maximum zurückbleibt. Die hauptsächlich an der Auszugsseite eingesogene Luft nimmt somit beim Wegziehen über die grosse heisse Soolenfläche so viel Wasserdampf auf, dass sie damit so gut wie gesättigt ist. Die Temperatur der abziehenden Dämpfe gibt demnach in die Praxis einen hinreichend genauen Maassstab für deren Procentgehalt. Bei den angeführten zehn Versuchen ist im Durchschnitt die Temperatur der Dämpfe um 19° niedriger als die der Soole. Ist die Aussentemperatur, welche bei unsern Versuchen im Durchschnitt 17° betrug, eine höhere, so wird diese Temperaturdifferenz eine geringere und umgekehrt, d. h. es tritt je nach den verschiedenen Witterungsverhältnissen eine geringere oder grössere Luftmenge hinzu und es erscheint von grossem Vortheil, durch Regulirvorrichtungen denjenigen Luftzutritt zu erhalten, welcher in Bezug auf Brennmaterialverbrauch am günstigsten ist.

Tabelle für die Tension des Wasserdampfes und den Wasserdampfgehalt der bei 760 Millimetern Barometerstand gesättigten Luft von -25 bis $+100$ Graden.

Grade des hundert- theiligen Thermometers.	Tension des Wasserdampfes in Millimetern nach Regnault.	Volumtheile Wasserdampf auf 100 Volumtheile Luft in dem bei 760 Millimetern gesättigten Gemenge d_1 .	Volumtheile Wasserdampf auf 100 Volumtheile des bei 760 Milli- metern gesättigten Gemenges.
-25°	0,605	0,080	0,080
-20	0,927	0,122	0,122
-15	1,400	0,185	0,184
-10	2,093	0,276	0,275
-5	3,113	0,411	0,410
-4	3,368	0,445	0,443
-3	3,644	0,482	0,479
-2	3,941	0,521	0,519
-1	4,263	0,564	0,561
0	4,600	0,609	0,605
1	4,940	0,654	0,650

Grade des hundert- theiligen Thermometers.	Tension des Wasserdampfes in Millimetern nach Regnault.	Volumtheile Wasserdampf auf 100 Volumtheile Luft in dem bei 760 Millimetern gesättigten Gemenge d_1 .	Volumtheile Wasserdampf auf 100 Volumtheile des bei 760 Milli- metern gesättigten Gemenges.
2°	5,302	0,702	0,698
3	5,687	0,754	0,748
4	6,097	0,809	0,802
5	6,534	0,867	0,860
6	6,998	0,929	0,921
7	7,492	0,996	0,986
8	8,017	1,066	1,055
9	8,574	1,141	1,128
10	9,165	1,221	1,206
11	9,792	1,305	1,288
12	10,457	1,395	1,376
13	11,162	1,491	1,469
14	11,908	1,592	1,567
15	12,699	1,699	1,671
16	13,536	1,813	1,781
17	14,421	1,934	1,898
18	15,357	2,062	2,021
19	16,346	2,198	2,151
20	17,391	2,342	2,288
21	18,495	2,494	2,434
22	19,659	2,655	2,587
23	20,888	2,826	2,749
24	22,184	3,007	2,919
25	23,550	3,198	3,099
26	24,988	3,400	3,288
27	26,505	3,614	3,487
28	28,101	3,840	3,698
29	29,782	4,079	3,919
30	31,548	4,331	4,151
31	33,406	4,598	4,396
32	35,359	4,880	4,653
33	37,411	5,177	4,923
34	39,565	5,491	5,206
35	41,827	5,824	5,504
36	44,201	6,175	5,816
37	46,691	6,546	6,144
38	49,302	6,937	6,487

Grade des hundert- theiligen Thermometers.	Tension des Wasserdampfes in Millimetern nach Regnault.	Volumtheile Wasserdampf auf 100 Volumtheile Luft in dem bei 760 Millimetern gesättigten Gemenge d_1 .	Volumtheile Wasserdampf auf 100 Volumtheile des bei 760 Milli- metern gesättigten Gemenges.
39 °	52,039	7,351	6,847
40	54,906	7,787	7,225
41	57,910	8,248	7,620
42	61,055	8,735	8,034
43	64,346	9,250	8,467
44	67,790	9,793	8,920
45	71,391	10,367	9,394
46	75,158	10,974	9,890
47	79,093	11,616	10,407
48	83,204	12,294	10,948
49	87,499	13,011	11,513
50	91,982	13,769	12,103
51	96,661	14,572	12,719
52	101,543	15,421	13,361
53	106,636	16,320	14,031
54	111,945	17,274	14,730
55	117,478	18,284	15,458
56	123,244	19,355	16,217
57	129,251	20,491	17,007
58	135,505	21,699	17,830
59	142,015	22,980	18,686
60	148,791	24,344	19,578
61	155,839	25,795	20,505
62	163,170	27,339	21,470
63	170,791	28,987	22,473
64	178,714	30,745	23,515
65	186,945	32,622	24,598
66	195,496	34,631	25,724
67	204,376	36,783	26,892
68	213,596	39,086	28,105
69	223,165	41,571	29,364
70	233,093	44,238	30,670
71	243,393	47,114	32,026
72	254,073	50,219	33,431
73	265,147	53,581	34,888
74	276,624	57,227	36,398
75	288,517	61,193	37,963

Grade des hundert- theiligen Thermometers.	Tension des Wasserdampfes in Millimetern nach Regnault.	Volumtheile Wasserdampf auf 100 Volumtheile Luft in dem bei 760 Millimetern gesättigten Gemenge d_1 .	Volumtheile Wasserdampf auf 100 Volumtheile des bei 760 Milli- metern gesättigten Gemenges.
76	300,838	65,518	39,584
77	313,600	70,252	41,264
78	326,811	75,443	43,002
79	340,488	81,163	44,801
80	354,643	87,488	46,664
81	369,287	94,517	48,592
82	384,435	102,36	50,584
83	400,101	111,17	52,645
84	416,298	121,12	54,777
85	433,041	132,45	56,980
86	450,344	145,43	59,256
87	468,221	160,47	61,601
88	486,687	178,07	64,039
89	505,759	198,93	66,547
90	525,450	224,02	69,139
91	545,778	254,78	71,814
92	566,757	293,29	74,575
93	588,406	342,91	77,423
94	610,740	409,19	80,362
95	633,778	502,12	83,394
96	657,535	641,71	86,519
97	682,029	874,72	89,741
98	707,280	1341,56	93,064
99	733,305	2746,95	96,488
100	760,000	∞	100,000

Sechstes Kapitel.

Untersuchung über die Aufsaugung der Luft durch die hölzernen Mäntel der Siedpfannen beim Verdampfen der Soole unter gleichzeitiger Ausnützung der abziehenden Dämpfe.

(Aus dem Berggeist.)

Nachdem im vorigen Kapitel gezeigt wurde, welche bedeutende Rolle die Luft bei der Verdampfung der Soole in unsern Siedpfannen spielt, bleibt noch die Frage zu beantworten, in welcher Weise die Aufsaugung dieser Luft durch die dichten Pfannenmäntel hindurch vor sich geht. Bei einem täglichen Erzeugniss von 50 Ctr. Salz in jeder der Wilhelmshaller Siedpfannen beträgt, unter Voraussetzung einer Abzugstemperatur von durchschnittlich 64 Graden, das in 24 Stunden aufzusaugende Luftquantum über eine Million Kubikfuss rheinisch und das secundliche Luftquantum etwa 12 Kubikfuss. Die durch die Saugkraft des Dampfkamins im Innern des Siedpfannenmantels hervorgebrachte Pressungsdifferenz kann kaum einem Millimeter Wassersäule gleichkommen und muss daher der für die eintretende Luftmenge nothwendige Gesamtquerschnitt an Oeffnungen grösser angenommen werden, als er beim Anblick der äusserst sorgfältig dicht gearbeiteten Mäntel zu sein scheint. Die Construction der hiesigen Siedpfannenmäntel ist aus dem Längenschnitt Fig. II. zu ersehen. Auf den Bord der Pfanne ist mit einer rinnenförmigen Vertiefung ein Kranz von Bordbalken aufgesetzt und parallel mit diesem liegen in 2 Fuss Abstand die obern Bordbalken. Diese bilden mit andern in ihrer Ebene liegenden Balken die 20 Felder, welche in den hier folgenden Figuren zu sehen sind, die den Pfannenmantel von oben gesehen darstellen. An die Innenseite der obern und seitlichen Balken ist die aus zweizölligen mit Nut und Feder verbundenen Dielen bestehende Verkleidung angenagelt. Sämmtliche Berührungsstellen der Balken und Dielen sind überdiess durch besonders angebrachte Leisten verdichtet. Die Auszugläden befinden sich, wie schon früher angegeben, an der einen vordern Seite des Mantels Fig. III. und diesen gegenüber sind zwei Dampf-

abzugsöffnungen angebracht. Durch diese gehen die Dämpfe nach einem unterirdischen Kanal und von da unter die Dampfpfannen, Dampftrocknungen und nach dem Kamin. Der Abstand der innern Fläche der Manteldecke von der Soole beträgt 80 Centimeter. Bei 9 Meter Pfannenbreite ist somit den in der Richtung von den Abzugsläden nach beiden Dampfzugsöffnungen sich bewegenden Dämpfen ein sehr grosser Querschnitt gegeben, so dass die grösste Geschwindigkeit derselben kaum 5 Centimeter in der Secunde betragen kann. Da die Dämpfe von der zu unterst befindlichen heisssern Soolfläche aus gebildet und erwärmt werden, so muss bei der äusserst langsamen Bewegung durch das stetige Aufsteigen der wärmern Schichten stets eine Ausgleichung der Temperatur stattfinden, welche auch in der That bei den Versuchen vollständig nachgewiesen wurde. Beim Einhängen von Thermometern an verschiedenen Stellen des Pfannenmantels zeigte es sich nämlich, dass in verschiedenen Höhen von unmittelbar über der Soolenfläche, bis wenige Zoll unter der Manteldecke, die Temperatur fast absolut dieselbe blieb. In den meisten Fällen war der Unterschied beim Einhängen des Thermometers auf 10 Centimeter und auf beinahe 80 Centimeter gleich Null, in wenigen Fällen theils 1 Grad positiv, theils eben so viel negativ und nur ganz unmittelbar hinter den Auszugläden zeigten sich merklichere, aber ebenfalls ungleichartige Differenzen. In Folge des Gleichbleibens der Temperatur der Dämpfe in verschiedener Höhe an einer und derselben Stelle wird es nun leicht möglich, auch die Veränderung der Temperatur derselben an verschiedenen Stellen des Pfannenmantels und dadurch mittelbar den Grad der Gleichförmigkeit der Verdampfung über die ganze Soolenoberfläche zu bestimmen.

Zweckmässig kann nur diejenige Einrichtung sein, bei welcher an jeder Stelle des Soolenniveaus auf die Flächeneinheit gleich viel Dampf erzeugt wird. Um dies zu erreichen, suchte man jeder Flächeneinheit des Soolenniveaus gleichviel atmosphärische Luft zuzuführen. Gleiche in derselben Zeit zugeführte Luftmenge gibt aber auch gleiche Temperatur. Es müsste somit über der ganzen Fläche innerhalb des Mantels die Temperatur der Dämpfe dieselbe sein, wenn nicht die in der Wirklichkeit auftretende Abkühlung der Dämpfe von aussen durch den Pfannenmantel, sowie die Verschiedenheit der Soolentemperatur Modifika-

tionen herbeiführen würden. Die Abkühlung von aussen ist am Anfang der Bewegung der Dämpfe fühlbarer und bewirkt deshalb eine Erniedrigung der Temperatur an der Vorderseite, während gleichzeitig die in der Mitte der Pfanne höhere Soolentemperatur eine stärkere Erwärmung der Dämpfe in der Mitte herbeiführt. Hinten nimmt zwar die Temperatur der Soole wieder ein klein wenig ab, bleibt aber immer noch so viel höher als die Dämpfe, dass diese von ihrer Wärme nichts mehr verlieren können, sondern mit dem Maximum der Temperatur abziehen. Zur Erleichterung der Vergleichung sind von einer grössern Anzahl Proben nur diejenigen herausgesucht worden, bei welchen die Temperatur der Soole an den beiden vordern Ecken der Pfanne bei *AA*, wo gewöhnlich gemessen wird, 86° Cels. beträgt. In Fig. I. sind die verschiedenen Soolentemperaturen angegeben, welche von einzelnen Punkten des Pfannen-

mantels Nro. 3 aus durch Öffnungen mittelsteingetaucher, mit Werg umwickelter Thermometer gefunden wurden. Die Vertheilung der Soolentemperatur wechselte übrigens sehr stark je nach dem Gange der Feuerung und Verdampfung.

Fig. II, III u. IV stellen der Reihe nach die ersten, bei den Siedpfannen Nro. 3, 1 u. 2 in ihrem seitherigen Zustande angestellten Proben dar und zeigen vorerst sehr wenig Übereinstimmung mit

dem vorher ausgesprochenen Gesetze. Bei der ersten Pfanne sinkt die Abzugstemperatur sogar um volle 10 Grade unter die Maximaltemperatur herab. Sie beträgt 65—66°, während die Tempera-

Fig. I.

		85	88	88	86	<i>A</i>
<i>B</i>	86	90	92	89		
	90	93	93	92	89	
<i>B</i>	87	92	93	91		
		89	90	89	86	<i>A</i>

Fig. II.

Siedhaus Nro. 3.

		66	68	69	86	
65		66	71	72	70	
	66	68	75	76	74	
66		67	74	76	72	
		68	70	74	86	

turen des dritten Fachs, vom Abzug an gerechnet, 71, 75 und 74°, am Ende des vierten Fachs 72, 76, 76° und sogar noch ganz

Fig. III.
Siedhaus Nro. 1.

	66	68	69		86
65	67	70	71	69	
65	67	70	72	70	
65	69	70	74	70	
	68	69	72		86

Fig. IV.
Siedhaus Nro. 2.

	66	70	68		86
69	71	70	68	67	
68	71	69	69	67	
69	70	70	69	68	
	67	67	67		86

vorn am Ende des fünften Fachs 70, 74, 72° betragen. Hieraus folgt, dass am hintern Ende des Pfannenmantels bedeutend mehr Luft als vorne eingesogen wurde. In Folge dessen blieben die Dämpfe an der Vorderseite fast stehen und es wurde hier zu wenig Salz erzeugt, während an der Hinterseite zwar eine stärkere Verdampfung erzielt, aber unnöthigerweise die Temperatur der Dämpfe und damit ihr Werth für die weitere Benutzung vermindert wurde. Bei Pfanne 1 Fig. III war die Abzugstemperatur = 65 Grad und die Temperatur der Dämpfe im

zweiten bis fünften Fache von hinten nach vorn je um 3, 5, 7, 5 Grad höher, also wiederum die Verdampfung an der Vorderseite gestört. Bei Pfanne 2 Fig. IV dagegen war der Unterschied ein viel geringerer, indem bei 69 Grad Abzugstemperatur die Maximaltemperatur der Dämpfe nur 71° betrug und die Temperatur der Dämpfe nach vorn ziemlich regelmässig abnahm, wie dies deutlich aus der Figur zu sehen ist. Bei dieser Pfanne war somit im Gegensatze zu den beiden andern die Verdampfung allseits eine ziemlich gleichmässige und es kann die Temperaturerniedrigung beim Abzug grösstentheils der Beimischung der kältern Dämpfe von beiden langen Seiten vor der Abzugsstelle zugeschrieben werden. An dieser Pfanne wurde deshalb kein Versuch zur Verbesserung gemacht. Der Pfannenmantel Nro. 2

ist erst ein halbes Jahr, Nro. 3 1 $\frac{1}{2}$ Jahr und Nro. 1 drei Jahre alt. Bei Nro. 2 war der Spielraum zwischen der erwähnten Rinne des untern Bordbalkenkranzes und dem Pfannenbordbleche am ganzen Umfange mit Werg verstopft, während derselbe bei den beiden andern Pfannen freigelassen war und zu reichlichem Luftzutritt Gelegenheit gab. Es wurde desshalb zunächst eine Verbesserung versucht, indem man bei Pfanne 3 diesen Zwischenraum ebenfalls sorgfältig verstopfte, was zwar eine Erhöhung der Abzugstemperatur, aber noch keine entschiedene Ausgleichung der Temperatur im ganzen Dampfraume mit sich brachte, wie dies die hierher gehörige Fig. V zeigt. Mehr ins Gleichgewicht kamen die Dämpfe, als nun die ganze vordere Hälfte der Bordverstopfung wieder herausgerissen wurde, um vorne Luft zu schaffen. Ganz halb übrigens dieses Mittel erst im Verein mit einem andern, nämlich dem Verstreichen der ganzen Rückwand, der hintern Seitenwände und des ersten und eines Theils des zweiten Fachs des Pfannenmantels mit Mörtel. Hierdurch ergaben sich die in Fig. VI dargestellten ausgezeichneten Temperaturverhältnisse, mit einer Zunahme der Abzugstemperatur um volle 6^o Cels. und mit ganz regelmässiger Abnahme der Temperatur von der Abzugsstelle bis zur Auszugsseite. Nach diesem günstigen Resultat wurde hernach dem Vorgange gemäss bei der Siedpfanne Nro. 1 gleich die hintere Hälfte des Bordrandes verstopft, während die vordere offen blieb und das hintere Ende

Fig. V.
Siedhaus Nro. 3.

	66	68	66	86
67	71	71	69	68
	66	72	75	72
68	72	75	73	71
	69	71	71	86

Fig. VI.
Siedhaus Nro. 3.

	65	66	64	86
71	70	70	71	68
	71	75	70	66
72	71	70	69	65
	70	68	70	86

des Pfannenmantels in gleicher Weise durch Kalkmörtel verdichtet. Es erfolgte ebenfalls eine günstige Temperaturvertheilung

Fig. VII.
Siedhaus Nro. 1.

	71	68	68	86
72	72	70	68	67
71	72	73	71	67
70	71	70	69	67
	70	69	68	86

und Erhöhung der Abzugstemperatur um 6 Grad, siehe Fig. VII. Es unterliegt keinem Zweifel, dass auf ähnliche Weise auch noch viel ältere und schadhafte Pfannenmäntel in brauchbaren Stand gesetzt werden können, wenn die Verdichtung nicht blindlings am

ganzen Umfange, sondern auf die angegebene Weise unter Controle von Temperaturbeobachtungen ausgeführt wird.

Siebentes Kapitel.

Tabelle zur Bestimmung des Wasserdampfgehalts der Luft,

beziehungsweise der mehr oder weniger vollständig gesättigten Dämpfe von — 25 bis + 100 Grad Temperatur mittelst des aus trockenem und nassem Thermometer bestehenden Psychrometers.

Die nachfolgende Tabelle gibt den Wasserdampfgehalt der mehr oder weniger vollständig gesättigten Luft für verschiedene absolute Temperatur der Luft, beziehungsweise Dämpfe von — 25 bis + 100 Grad und für Temperaturdifferenzen des Psychrometers von 0 bis 8 Grad an. Unter Voraussetzung eines Barometerstandes von 760 Millimetern gibt sie die Anzahl Volumina Wasserdampf an, die in dem Gemenge auf je 100 Volumina Luft enthalten sind. Die Berechnung geht nach der von mir abgeleiteten Formel $w = F - 0,075 (t - t_1)$. Hierbei ist w gleich dem gesuchten Wasserdampfgehalt, F gleich dem Wasserdampfgehalt der bei der Temperatur des nassen Thermometers gesättigten Luft und $t - t_1$ gleich der Temperaturdifferenz zwischen trockenem und

nassem Thermometer. Der Wasserdampfgehalt eines nicht vollständig mit Dampf gesättigten Gemenges ist somit stets etwas geringer als der eines bei der abgelesenen Temperatur des nassen Thermometers gesättigten Gemenges. Der Unterschied stellt sich nach der Formel verhältnissmässig grösser heraus, je niedriger die Temperaturen an und für sich sind. Bei höheren Temperaturen könnte man fast ohne Fehler den Gehalt des bei der abgelesenen Temperatur des nassen Thermometers gesättigten Gemenges für den Gehalt des durch das Psychrometer untersuchten Gemenges einsetzen. Ferner stimmt unsere Tabelle gerade bei niedrigen Temperaturen von -20 bis $+50$ Grad ganz genau mit der sonst gebräuchlichen Tabelle für die Dichtigkeit des Wasserdampfs überein, welche nach der Formel $w = F - 0,6(t - t_1)$ berechnet ist und bei welcher w und F keine Volumina, sondern die Anzahl Gramme Wasserdampf bezeichnen, welche in einem Kubikmeter des Gemenges enthalten sind. Bei höherer Temperatur von 50 bis 100 Grad gibt die volumetrische Tabelle den Wassergehalt eines nicht gesättigten Dampfgemenges im Vergleich mit der Dichtigkeitstabelle um Weniges kleiner, also den Gehalt des bei der Temperatur des nassen Thermometers gesättigten Gemenges entfernt an. Es wäre z. B. bei Übertragung der alten Dichtigkeitstabelle auf die volumetrische der Gehalt bei einer Psychrometerablesung von $t = 70^\circ$ und $t - t_1 = 5^\circ$ gleich $32,44$, während unsere Formel nur $32,25$ Volumtheile ergibt. Ebenso gibt bei 70° und 1° Psychrometerablesung die alte Formel $41,554$ und die neue nur $41,50$; ferner bei 90° und 5° die alte $134,07$ und die neue nur $132,08$. Bei 50° erhält man dagegen noch gleiche Resultate. 50° und 5° geben im ersten Fall $8,145$ und im zweiten $8,14$ Volumtheile Wasserdampf. Weil demnach der Unterschied beider Tabellen bis 50° gleich Null und über 50° wenigstens nicht bedeutend ist, und weil ferner die der alten Tabelle zu Grund gelegte Formel nur auf Versuche bei niedriger Temperatur basirt, also für höhere Temperaturen doch keine vollständige Sicherheit vorhanden ist, habe ich meine volumetrische Tabelle nicht etwa theilweise nach der Dichtigkeitstabelle modificirt, sondern dieselbe bis zu 100° ganz nach der neuen Formel berechnet.

Volumetrische Tabelle für das Psychrometer.

Temperatur des trockenen Thermo- meters.	Wasserdampfgehalt bei 0° bis 8° Temperaturdifferenz zwischen dem trockenen und feuchten Thermometer.								
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
— 25°	0,080								
— 20	0,122	0,04							
— 19	0,132	0,05							
— 18	0,143	0,06							
— 17	0,155	0,07							
— 16	0,168	0,08							
— 15	0,185	0,09							
— 14	0,198	0,11	0,02						
— 13	0,215	0,12	0,03						
— 12	0,234	0,14	0,05						
— 11	0,254	0,16	0,07						
— 10	0,276	0,18	0,08						
— 9	0,299	0,20	0,10	0,01					
— 8	0,324	0,22	0,13	0,03					
— 7	0,351	0,25	0,15	0,05					
— 6	0,380	0,28	0,17	0,07					
— 5	0,411	0,31	0,20	0,10					
— 4	0,445	0,34	0,23	0,13	0,02				
— 3	0,482	0,37	0,26	0,16	0,05				
— 2	0,521	0,41	0,30	0,19	0,08				
— 1	0,564	0,45	0,33	0,22	0,11				
0	0,609	0,49	0,37	0,26	0,15	0,04			
1	0,654	0,53	0,41	0,30	0,18	0,07			
2	0,702	0,58	0,46	0,34	0,22	0,11			
3	0,754	0,63	0,50	0,38	0,26	0,15	0,03		
4	0,809	0,68	0,55	0,43	0,31	0,19	0,07		
5	0,867	0,73	0,60	0,48	0,35	0,23	0,11	0,00	
6	0,929	0,79	0,66	0,53	0,40	0,28	0,16	0,04	
7	0,996	0,85	0,72	0,58	0,45	0,33	0,20	0,08	
8	1,066	0,92	0,78	0,64	0,51	0,38	0,25	0,13	0,01
9	1,141	0,99	0,85	0,70	0,57	0,43	0,30	0,18	0,05
10	1,221	1,07	0,92	0,77	0,63	0,49	0,36	0,23	0,10
11	1,305	1,15	0,99	0,84	0,70	0,55	0,42	0,28	0,15
12	1,395	1,23	1,07	0,92	0,77	0,62	0,48	0,34	0,21
13	1,491	1,32	1,16	1,00	0,84	0,69	0,55	0,40	0,27
14	1,592	1,42	1,25	1,08	0,92	0,77	0,62	0,47	0,33
15	1,699	1,52	1,34	1,17	1,01	0,85	0,69	0,54	0,40
16	1,813	1,62	1,44	1,27	1,10	0,93	0,77	0,62	0,47
17	1,934	1,74	1,55	1,37	1,19	1,02	0,86	0,70	0,54
18	2,062	1,86	1,66	1,47	1,29	1,12	0,95	0,78	0,62
19	2,198	1,99	1,78	1,59	1,40	1,22	1,04	0,87	0,71
20	2,342	2,12	1,91	1,71	1,51	1,32	1,14	0,97	0,80
21	2,494	2,27	2,05	1,84	1,63	1,44	1,25	1,07	0,89
22	2,655	2,42	2,19	1,97	1,76	1,56	1,36	1,17	0,99
23	2,826	2,58	2,34	2,12	1,90	1,69	1,48	1,29	1,10
24	3,007	2,75	2,51	2,27	2,04	1,82	1,61	1,41	1,21
25	3,198	2,93	2,68	2,43	2,19	1,97	1,75	1,54	1,33
26	3,400	3,12	2,86	2,60	2,36	2,12	1,89	1,67	1,46
27	3,614	3,33	3,05	2,78	2,53	2,28	2,04	1,82	1,60
28	3,840	3,54	3,25	2,97	2,71	2,45	2,21	1,97	1,74

Temperatur des trockenen Thermo- meters.	Wasserdampfgehalt bei 0° bis 8° Temperaturdifferenz zwischen dem trockenen und feuchten Thermometer.								
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
29°	4,079	3,77	3,46	3,18	2,90	2,63	2,38	2,13	1,89
30	4,331	4,00	3,69	3,39	3,10	2,82	2,56	2,30	2,06
31	4,598	4,26	3,93	3,62	3,31	3,03	2,75	2,48	2,23
32	4,880	4,52	4,18	3,85	3,54	3,24	2,95	2,67	2,41
33	5,177	4,81	4,45	4,11	3,78	3,47	3,16	2,88	2,60
34	5,491	5,10	4,73	4,37	4,03	3,70	3,39	3,09	2,80
35	5,824	5,42	5,03	4,66	4,30	3,96	3,63	3,32	3,01
36	6,175	5,75	5,34	4,95	4,58	4,22	3,88	3,55	3,24
37	6,546	6,10	5,67	5,27	4,88	4,51	4,15	3,81	3,48
38	6,937	6,47	6,03	5,60	5,19	4,80	4,43	4,07	3,73
39	7,351	6,86	6,40	5,95	5,52	5,12	4,73	4,36	4,00
40	7,787	7,28	6,79	6,32	5,88	5,45	5,04	4,65	4,28
41	8,248	7,71	7,20	6,71	6,25	5,80	5,37	4,97	4,58
42	8,735	8,17	7,64	7,13	6,64	6,17	5,73	5,30	4,89
43	9,250	8,66	8,10	7,56	7,05	6,56	6,10	5,65	5,22
44	9,793	9,18	8,59	8,02	7,49	6,98	6,49	6,02	5,58
45	10,367	9,72	9,10	8,51	7,95	7,41	6,90	6,41	5,95
46	10,974	10,29	9,64	9,03	8,44	7,87	7,34	6,83	6,34
47	11,616	10,90	10,22	9,57	8,95	8,36	7,80	7,26	6,75
48	12,294	11,54	10,82	10,14	7,49	8,88	8,29	7,72	7,19
49	13,011	12,22	11,47	10,75	10,07	9,42	8,80	8,21	7,65
50	13,769	12,94	12,14	11,39	10,67	9,99	9,34	8,73	8,14
51	14,572	13,69	12,86	12,07	11,32	10,60	9,92	9,27	8,65
52	15,421	14,50	13,62	12,79	11,99	11,24	10,53	9,84	9,19
53	16,320	15,35	14,42	13,54	12,71	11,92	11,17	10,46	9,77
54	17,274	16,25	15,27	14,35	13,47	12,64	11,84	11,09	10,38
55	18,284	17,20	16,17	15,20	14,27	13,39	12,56	11,77	11,02
56	19,355	18,21	17,12	16,10	15,12	14,20	13,32	12,49	11,69
57	20,491	19,28	18,13	17,05	16,02	15,05	14,12	13,24	12,41
58	21,699	20,42	19,21	18,06	16,97	15,95	14,97	14,05	13,17
59	22,980	21,62	20,34	19,13	17,98	16,90	15,87	14,90	13,97
60	24,344	22,90	21,55	20,27	19,06	17,91	16,82	15,80	14,82
61	25,795	24,27	22,83	21,47	20,19	18,98	17,83	16,75	15,72
62	27,339	25,72	24,19	22,76	21,40	20,12	18,91	17,76	16,67
63	28,987	27,26	25,65	24,12	22,68	21,32	20,04	18,83	17,68
64	30,745	28,91	27,19	25,57	24,04	22,61	21,25	19,97	18,76
65	32,622	30,67	28,84	27,11	25,50	23,97	22,53	21,17	19,89
66	34,631	32,55	30,60	28,76	27,04	25,42	23,89	22,46	21,10
67	36,783	34,56	32,47	30,52	28,69	26,96	25,35	23,82	22,38
68	39,086	36,71	34,48	32,40	30,45	28,61	26,89	25,27	23,74
69	41,571	39,01	36,63	34,41	32,32	30,37	28,54	26,81	25,20
70	44,238	41,50	38,94	36,56	34,33	32,25	30,30	28,46	26,74
71	47,114	44,16	41,42	38,86	36,48	34,26	32,17	30,22	28,39
72	50,219	47,04	44,09	41,35	38,79	36,41	34,18	32,10	30,15
73	53,581	50,14	46,96	44,01	41,27	38,71	36,33	34,11	32,02
74	57,227	53,51	50,07	46,89	43,94	41,20	38,64	36,26	34,03
75	61,193	57,15	53,43	49,99	46,81	43,86	41,12	38,56	36,18
76	65,518	61,12	57,08	53,36	49,92	46,74	43,79	41,05	38,49
77	70,252	65,44	61,04	57,00	53,28	49,84	46,66	43,71	40,97
78	75,443	70,18	65,37	60,97	56,93	53,21	49,77	46,59	43,64
79	81,163	75,37	70,10	65,29	60,89	56,85	53,13	49,69	46,51
80	87,488	81,09	75,29	70,03	65,22	60,82	56,78	53,06	49,62

Temperatur des trockenen Thermometers.	Wasserdampfgehalt bei 0° bis 8° Temperaturdifferenz zwischen dem trockenen und feuchten Thermometer.								
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
81	94,517	87,41	81,01	75,22	69,95	65,14	60,74	56,70	52,98
82	102,36	94,44	87,34	80,94	75,14	69,88	65,07	60,67	56,63
83	111,17	102,28	94,37	87,26	80,86	75,07	69,80	64,99	60,59
84	121,12	111,10	102,21	94,29	87,19	80,79	74,99	69,73	64,92
85	132,45	121,04	111,02	102,14	94,22	87,11	80,71	74,92	69,65
86	145,43	132,38	120,97	110,94	102,06	94,14	87,04	80,64	74,84
87	160,47	145,35	132,30	120,90	110,87	101,98	94,07	86,96	80,56
88	178,07	160,40	145,28	132,22	120,82	110,80	101,91	93,99	86,89
89	198,93	178,00	160,32	145,20	132,15	120,74	110,72	101,83	93,92
90	224,02	198,85	177,92	160,25	145,13	132,08	120,67	110,65	101,76
91	154,78	223,95	198,78	177,84	160,17	145,05	132,00	120,60	110,57
92	293,29	254,70	223,87	198,70	177,77	160,10	144,98	131,92	120,52
93	342,91	293,22	254,63	223,80	198,63	177,70	160,02	144,90	131,85
94	409,19	342,83	293,14	254,55	223,72	198,56	177,62	159,95	144,83
95	502,12	409,12	342,76	293,07	254,48	223,65	198,48	177,55	159,87
96	641,71	502,04	409,04	342,68	292,99	254,40	223,57	198,40	177,47
97	874,72	641,64	501,97	408,97	342,61	292,92	254,33	223,50	198,33
98	1341,56	874,64	641,56	501,90	408,89	342,53	292,84	254,25	223,42
99	2746,95	1341,48	874,57	641,48	501,82	408,82	342,46	292,77	254,18
100	∞	2746,88	1341,41	874,50	641,41	501,74	408,74	342,38	292,69

Achtes Kapitel.

Über die Anordnung der Circulationen und Dampf- abzugsschläuche bei den Dampfpfannen. *)

Zu den über diesen Gegenstand im Nachfolgenden aufgestellten Principien wurde ich durch Versuche geführt über die bei den Dampfpfannen zur Verdampfung erforderliche Luftmenge. Es soll deshalb zunächst als Beispiel einer dieser Versuche mitgetheilt werden, der bei der zweiten Dampfpfanne der Siedpfanne Nro. I. in Wilhelmshall angestellt wurde. Es galt hier zunächst wieder das Verhältniss zu bestimmen, in welchem Luft und Dampf in den abziehenden Dämpfen miteinander gemengt waren, was diesmal nicht wie bei den Siedpfannen durch blosse Beobachtung der Dampfabzugstemperatur erreicht werden konnte, weil bei der niedrigen Temperatur eine zu wenig vollständige

*) Berggeist 1867, Nro. 4.

Sättigung stattfindet. Ich musste deshalb ein anderes Mittel suchen und fand zu diesem Zweck ein sehr bequemes und sicheres in dem gewöhnlichen, aus trockenem und nassem Thermometer combinirten Psychrometer. Indem ich ein solches von oben in die Mündung des Dampfschlauches hineinhängte, konnte ich jederzeit Temperatur und Wassergehalt der abziehenden Dämpfe ablesen. Ein weiteres, im Siedhause neben der Dampfpfanne aufgehängtes Psychrometer zeigte den Dampfgehalt der zuströmenden Luft an. Aus der Differenz des Dampfgehalts der zuströmenden Luft und der abziehenden Dämpfe ergab sich sodann genau die auf die Volumeinheit zuströmender Luft aufgenommene Wassermenge. Die für den Versuch benutzte Dampfpfanne hat eine stark oblonge Oberfläche von 83 Quadratmetern Inhalt und einen 7,4 Meter hohen und 0,5 Quadratmeter weiten Dampfabzugsschlauch, der früher in der Mitte des leichten hölzernen Pfannenmantels angebracht, bei unserer Verdampfungsprobe jedoch an das eine schmale Ende der Pfanne versetzt war. Unter der Pfanne circuliren zwei, von der Siedpfanne herkommende, bereits unter der ersten Dampfpfanne durchgeleitete Dampfströme in der Art, dass die Pfanne durch sie in der Mitte ihrer Länge am stärksten und gegen die beiden schmalen Seiten am schwächsten erwärmt wird. Die Pfanne wird alle zwei Tage ausgezogen. Der Verdampfungsversuch dauerte 4 Tage, während welcher ganzen Zeit alle zwei Stunden der Stand des Psychrometers im Dampfschlauch und im Siedhaus abgelesen wurde. Das während derselben Zeit erdampfte, in zwei Auszügen gewonnene Salz wurde abgesondert und gewogen. Es hatte im Ganzen ein Gewicht von 21,85 Pfd., woraus sich ein tägliches Erzeugniss von 546 Pfd. ergibt. Hiervon sind aber 2% Wassergehalt abzuziehen und bleiben alsdann noch 535 Pfd. Erzeugniss in 24 Stunden. Das aus sämmtlichen, an dem im Dampfschlauch aufgehängten Psychrometer gemachten Ablesungen berechnete Mittel betrug 27,1 Grad (Celsius) beim trockenen Thermometer und 3,6 Grad Differenz zwischen dem trockenen und nassen Thermometer. Die von der Soolenoberfläche der Dampfpfanne abziehenden Dämpfe haben somit in der kälteren Jahreszeit weder höhere Temperatur, noch bedeutend höheren Dampfgehalt als die äussere Luft an einem warmen Sommertage und verdienen eigentlich den Namen Dämpfe nicht mehr. Der obigem Durchschnitt entsprechende Wassergehalt in diesen Dämpfen,

beziehungsweise erwärmter Luft beträgt nach einer besonders berechneten Tabelle (unter der allerdings nicht ganz zutreffenden Annahme einer Pressung von 760 Millimetern) nur 2,65 Volumtheile auf je 100 Volumtheile Luft, während in gesättigter Luft von gleicher Temperatur 3,64 Volumtheile Wasserdampf auf je 100 Volumtheile trockener Luft enthalten wären. Die abziehende warme Luft ist somit nur zu $\frac{2,65}{3,64}$ oder nicht ganz $\frac{3}{4}$ gesättigt.

Die Luft im Siedhaus zeigte nach dem viertägigen Durchschnitte 17,2 Grad und 4,8 Grad Differenz, entsprechend 1,07 Volumtheilen Dampf auf 100 Volumtheile wasserfreier Luft. Sie ist nicht viel mehr als halb gesättigt, also sehr trocken ($\frac{1,07}{1,95}$). Im Freien zeigte das Psychrometer im Durchschnitt nur 3,2° mit 0,8 Grad Differenz, entsprechend 0,66 Volumtheilen Wasserdampf. Aus obigem Dampfgehalt der abziehenden warmen Luft und der Siedhausluft ergibt sich nun als Differenz die Wasserdampfaufnahme auf je 100 Volumtheile der zugeführten Luft zu 1,58 Volumtheilen. Nimmt man den Salzgehalt der Soole zu 26,5 % an, so erfordert 1 Kilogramm Salz zu seiner Erdampfung 218 Kubikmeter an wasserfreier Luft, die sammt ihrem schon vorher mitgeführten Wasserdampf von 17,2 Grad auf 27,1 Grad erwärmt werden muss. Das Gewicht dieser Luft beträgt einschliesslich des Wasserdampfes 283,8 Kilogramm. Auf 535 Pfd. Kochsalz täglich kommen somit 1518,33 Pfd. oder 58,957 Kubikmeter gleich 1,907,000 Kubikfuss (rheinisch auf 0 Grad reducirt) Luft. Bei einem so grossen Verbrauch von fast 2 Millionen Kubikfuss Luft auf nur 535 Pfd. Salz muss natürlich ein erheblicher Theil von der im Ganzen zur Salzerzeugung erforderlichen Wärmemenge durch die sich erwärmende Luft absorbirt und desshalb trotz der geringen Temperatur viel mehr Wärme verbraucht werden als bei der Verdampfung mit höherer Temperatur in den Siedpfannen.

Bei unserem Beispiel berechnet sich die zur Erzeugung von 1 Kilogramm Kochsalz erforderliche Wärmemenge wie folgt: die Erzeugung des Wasserdampfes von 27,1 Grad bei ursprünglicher Temperatur der Soole von 10 Grad und der Annahme von 26,5 % Salzgehalt erfordert

$$= \frac{100 - 26,5}{26,5} (606,5 - 10 + 0,305 \times 27,1) = 1677,7$$

Calorien, wenn wir den Wasserdampf als vollständig gesättigt betrachten, was ohne Anstand geschehen kann. Streng genommen hätten wir nur bis zu 23,5 Grad oder der wirklichen am nassen Thermometer abgelesenen Sättigungstemperatur mit 0,305 und die weiteren 3,6 Grad mit der wirklichen specifischen Wärme 0,475 des Wasserdampfes multipliciren sollen.

Die Erwärmung des Kochsalzes von 10 Grad auf die Temperatur der Soole in der Pfanne von 42 Grad erfordert, wenn die specifische Wärme des flüssigen Kochsalzes nach Person zu 0,555 angenommen wird, $= 0,555 (42 - 10) = 17,8$ Calorien.

Die Erwärmung und Verdampfung der Soole erfordert somit im Ganzen 1695,5 Calorien, wovon aber die durch Krystallisation eines Kilogramms Kochsalz frei werdende Wärme $= 40,7$ (Person) abzuziehen ist, so dass noch 1654,8 Calorien übrig bleiben.

Ferner sind erforderlich zur Erwärmung von 282 Kilogramm Luft von 17,2 Grad auf 27,1 Grad $282 \times 10,1 \times 0,2377 = 677,0$ Calorien und zur Erwärmung des dieser Luft beigemengten Wasserdampfes im Gewicht von 1,8 Kilogramm

$$18 \times 10,1 \times 0,475 = 8,6 \text{ Calorien.}$$

Die Erwärmung der Verdampfungsluft sammt ihrem Wasserdampf erfordert somit im Ganzen 685,6 Calorien. Zur vollständigen Erdampfung von 1 Kilogramm Kochsalz gehören nun $1654,8 + 685,6 = 2340,4$ Calorien und von dieser Wärmemenge beträgt die auf Erwärmung der Verdampfungsluft verwendete 29,3% oder beinahe den dritten Theil.

Hieraus folgt nun, dass, um ein günstiges Erzeugniss der Dampfpfannen zu erzielen, man vor Allem darauf zu sehen hat, dass durch die Verdampfungsluft nicht so viel nutzbare Wärme absorbirt wird. Es ist zu diesem Zweck erstens die relative Menge der Verdampfungsluft so viel wie möglich zu vermindern und zweitens die Erwärmung der Verdampfungsluft auf eine möglichst vortheilhafte, der Verdampfung selbst am wenigsten hinderliche Weise auszuführen. Erstere Bedingung wird erfüllt durch möglichste Sättigung und mehr noch durch möglichst starke Erwärmung der Verdampfungsluft. Durch Erhöhung der Temperatur der abziehenden Luft um nur wenige Grade wird nämlich in Folge der raschen Zunahme der Spannkraft des Wasserdampfes die von derselben aufzunehmende Dampfmenge sehr erheblich vermehrt und umgekehrt der relative Luftverbrauch bedeutend

vermindert, wogegen der geringe durch die Temperaturerhöhung veranlasste Mehraufwand an Wärme gar nicht in Betracht kommt. Das einzige Mittel zur stärkern Erwärmung der Verdampfungs-luft besteht nun aber in einer vermehrten Berührung derselben mit der warmen Soolenfläche, und diese kann einfach erreicht werden durch Befolgung des folgenden Princips.

Man bringt den Dampfschlauch, anstatt ihn wie bisher über die Mitte der Pfanne zu stellen, wobei ihm die Luft von allen Seiten auf kurzem Wege zuströmt, nunmehr an das eine schmale Ende der möglichst oblongen Pfanne und lässt die Verdampfungs-luft durch eine am entgegengesetzten Ende angebrachte Öffnung eintreten und über die ganze Soolfläche hinweg nach dem Dampfschlauch ziehen. Hiebei kann sich die Luft viel mehr erwärmen und mit Wasserdampf sättigen und es wird eine viel stärkere Verdampfung erzielt werden.

Was ferner die Anordnung der Circulationen für die heizenden Dämpfe unter der Pfanne betrifft, so ist dieselbe ohne Ausnahme bei den alten Einrichtungen absichtlich von der Art, dass nur kleinere Differenzen in der Sooltemperatur vorkommen. Für unsern Zweck ist dagegen eine möglichst grosse Temperaturdifferenz günstig. Wir müssen die kälteste Soole an dem Punkte haben, bei dem die kalte Luft Zutritt, und die wärmste da, wo die warme Luft abzieht. Wir haben somit die Dampfcirculationen in der Weise anzulegen, dass der erwärmende Dampf in der Nähe des Abzugs der Verdampfungs-luft einströmt und an der gegenüberliegenden Seite der Pfanne, wo oben der Eintritt der kalten Luft erfolgt, abströmt. Es müssen die Dämpfe unter der Soole den entgegengesetzten Weg zurücklegen wie die Luft über der Soole.

Dieses zweite wichtige Princip war aber bei unserem Versuch, wie oben bemerkt, nicht befolgt, sondern nur das erste, indem der Dampfschlauch an ein Ende der Pfanne gesetzt und am entgegengesetzten Ende eine Luftspalte angebracht war. Aus diesem Grunde konnte auch kein besonderes Resultat erwartet werden. Nach den bis jetzt gemachten Wägungen erhielt man mit dem alten Dampfschlauch per Auszug 10 Ctr. und mit dem neuen 11 Ctr. Salz.

Es kann nun aber auch ohne Abänderung der Dampfcirculationen dieser Pfanne noch viel ausgedehnterer Gebrauch von

obigen Principien gemacht werden, indem man die vorhandenen beiden Dampfpfannen miteinander verbindet, in der Art, dass die in der zweiten kälteren Pfanne erzeugte warme Luft unter den Mantel der ersten wärmeren Pfanne übergeführt und hier erst nach weiterer Erwärmung und Sättigung durch einen an der entferntesten Ecke angebrachten Dampfschlauch abgeführt wird. Hiedurch sind die Nachtheile beseitigt, welche aus der von der Localität bedingten Trennung der beiden Dampfpfannen hervorgingen, und die Verdampfungsluft kann auf dem längsten Wege in angemessener Weise erwärmt und gesättigt werden.

Diese Einrichtung wurde nun wirklich im Siedhaus Nro. I. in Wilhelmshall ausgeführt und ist seit einem Jahre im besten Gang. Es werden, was bisher wohl noch nie dagewesen, mit dem besten Erfolge die Dämpfe einer Pfanne als Verdampfungsluft in der zweiten verwendet.

Nur Schade ist es, dass der für beide Pfannen gemeinschaftliche Dampfschlauch noch zu klein ist, um auch eine hinreichende absolute Luftmenge aufzusaugen, wobei das Resultat, wie wir aus den folgenden Versuchen ersehen werden, ein noch ungleich vortheilhafteres geworden wäre.

Neuntes Kapitel.

Über Vermehrung des Erzeugnisses der Dampf- pfannen. *)

Im vorigen Kapitel wurden für die Anordnung der Circulationen und Dampfabzugsschläuche bei den Dampfpfannen folgende Regeln aufgestellt: 1) dass der Abzugsschlauch für die in der Dampfpfanne gebildeten Dämpfe an ein schmales Ende der möglichst oblongen Pfanne gestellt und die Verdampfungsluft vom entgegengesetzten Ende der Pfanne aus auf möglichst grossem Wege über die Soolenfläche weg dem Dampfabzugsschlauch zugeführt werden soll und 2) dass die erwärmenden Dämpfe unter der Pfanne den entgegengesetzten Weg zurücklegen sollen wie die

*) Aus dem Berggeist, Jahrgang 1867, Nr. 66.

Verdampfungsluft über der Soole. Nach den später gemachten Erfahrungen sind noch zwei weitere Regeln beizufügen:

Erstens ist, um eine noch weitere Sättigung der über den Soolspiegel wegziehenden Luft mit Wasserdampf zu erhalten, die Geschwindigkeit derselben so viel als möglich zu vermehren durch Erniedrigung des Mantels. Anstatt dass derselbe einen ganzen Meter von der Soolenfläche absteht, kann man den Abstand auf 2—3 Decimeter verringern. Das Ausziehen kann hierbei, wenn das Pfannenbord niedrig genug gehalten wird, noch ganz leicht ausgeführt werden, und bei Reinigung oder Reparatur der Pfanne wurde der Mantel einfach in die Höhe gezogen. Zweitens ist zur Vermehrung der Verdampfung eine Vermehrung der absoluten Menge der Verdampfungsluft erforderlich. Durch diese letzte Bedingung kann ein sehr bedeutender Erfolg erzielt werden, wenn zugleich durch Befolgung der vorhergehenden Regeln dafür gesorgt wird, dass die relative Menge der Verdampfungsluft im Verhältniss zum aufgenommenen Wasserdampf nicht zu gross wird. Behufs Vermehrung der absoluten Menge der Verdampfungsluft hat man den Dampfschlauch so hoch als möglich zu machen und ihn mit entsprechendem Querschnitt zu versehen. Letzterer dürfte etwa gerade so gross sein als der für die Bewegung der Verdampfungsluft zwischen Soole und Mantel dargebotene Querschnitt. Mindestens denselben Flächeninhalt muss auch die Öffnung haben, durch welche die Luft unter den Pfannenmantel eintritt. Welcher Erfolg durch Vermehrung der absoluten Menge der Verdampfungsluft und deren Geschwindigkeit erzielt werden kann, lässt sich aus den folgenden Versuchen ermessen, welche auf der Saline zu Wilhelmshall bei einer Dampfpfanne (allerdings leider nur im Kleinen) angestellt wurden.

Ich stellte zwei viereckige hölzerne Rahmen, jeden von 1,5 Meter Länge, 0,9 Meter Breite und 0,2 Meter Höhe, nebeneinander so in die Dampfpfanne, dass dadurch zwei Probepfännchen gebildet wurden, welche mit der grossen Pfanne zwar einen gemeinschaftlichen Boden hatten, deren Salz jedoch von dem in der grossen Pfanne entstehenden durch die fest aufliegenden Rahmen abgesondert wurde. Von diesen beiden Probepfannen blieb die erste beständig offen und erhielt ganz denselben Zutritt an Verdampfungsluft wie die übrige Fläche der grossen Dampfpfanne. Die zweite dagegen konnte mit einem Deckel versehen und durch

einen kleinen hölzernen Schlauch derart mit dem Hauptkamin des Siedhauses verbunden werden, dass über das Pfännchen zwischen dem Soolspiegel und dem nur 4 Centimeter von diesem abstehenden Deckel hindurch sehr viel Luft mit grosser Geschwindigkeit weggesaugt wurde. Zur sicheren Vergleichung des Resultats der alten und der neuen Methode wurde das zweite Pfännchen abwechselnd 2 Tage lang mit dem Luftzug versehen und dann wieder 2 Tage lang vom eigenen Luftzug abgeschlossen und der Deckel weggenommen, so dass der gleiche Zustand wie beim ersten Probepfännchen und bei der grossen Dampfpfanne hergestellt war. Die erste Probepfanne blieb, wie bemerkt, stets offen und es konnten nun durch Wägung des jeweiligen zweitägigen Salzerzeugnisses die Probepfannen unter sich, sowohl bei gleichem als auch bei verschiedenartigem Luftzutritt, genau verglichen werden. Die Pfannen wurden jeden Tag ausgezogen und das Salz abgesondert in Kisten getrocknet und gewogen. Die folgende Zusammenstellung enthält das Resultat einer 14tägigen Verdampfungsprobe, wobei das Salzgewicht von je 2 zusammengehörenden Tagen summirt ist.

Datum.	Luftzutritt bei der II. Pfanne.	Salzerzeugniss		Mehr- erzeugniss	Minder- erzeugniss
		I. Pfanne Pfd.	II. Pfanne Pfd.	der II. Probepfanne in Procenten.	
24. 25. Juli.	Verstärkt	29,25	47,50	+ 62,4 %.	—
26. 27. Juli.	Wie gewöhl.	25,50	21,75	—	— 14,7 %.
28. 29. Juli.	Verstärkt	32,00	47,25	+ 47,7 %.	—
30. 31. Juli.	Wie gewöhl.	25,25	22,75	—	— 9,9 %.
1. 2. August.	Verstärkt	33,75	54,75	+ 62,2 %.	—
3. 4. August.	Wie gewöhl.	28,25	24,50	—	— 13,2 %.
5. 6. August.	Verstärkt	32,25	50,25	+ 55,8 %.	—
	Durchschnitt			+ 57,0 %.	— 12,6 %.

Während bei gewöhnlichem Luftzutritt die II. Pfanne in Folge schwächerer Erwärmung des Bodens an dieser Stelle 12,6 Procent weniger Salz gab, wurden in eben dieser Pfanne bei verstärktem Luftzutritt 57,0 Proc. mehr erzeugt, als in der ersten. Es wurde somit im Ganzen ein Gewinn von 70 Proc. erzielt. Bei einer Einrichtung im Grossen ist unter gleichzeitiger Anwendung

der früher gegebenen Regeln nicht weniger, sondern eher noch mehr Gewinn zu erwarten. Es könnte somit die Leistung aller durch abgehenden Dampf erwärmten Pfannen gegen früher nahezu verdoppelt werden, und würde dadurch am besten dem neuerdings so häufig gehörten Vorwurf entgegengewirkt, dass die Dampfpfannen mehr an Unterhaltung und Räumlichkeit kosten, als sie an Brennmaterial ersparen.

Zehntes Kapitel.

Versuche über den Dampfabzug.

Um einige Anhaltspunkte für den bei der Siederei so überaus wichtigen Dampfabzug zu erhalten, habe ich auf verschiedenen Salinen eine Reihe von Dampfabzugsproben ausgeführt, ähnlich den früher zur Bestimmung des Rauchabzugs angestellten Verbrennungsproben. Wie bei letzteren die Rauchmenge aus dem consumirten Brennmaterial berechnet wurde, so liess sich bei den Dampfabzugsproben die Dampfmenge aus dem erzeugten Salzquantum berechnen. Wir unterscheiden erstens solche Proben, bei denen die Dämpfe mit verhältnissmässig hoher Temperatur abziehen, und zur Heizung von Beipfannen und Trocknungen benutzt werden, ehe sie in das Dampfkamin gelangen, und zweitens solche Proben, bei denen die Dämpfe mit verhältnissmässig niedriger Temperatur und in der Regel nichts weniger als gesättigt durch einen unmittelbar über der Pfanne stehenden Dampfschlauch ins Freie abziehen. Wir betrachten zunächst die ersteren Proben, von denen 20 in der nachfolgenden Tabelle A *) zusammengestellt sind. Die einzelnen Proben dauerten 2 bis 16 Tage, während welcher Zeit die massgebenden Temperaturen stündlich oder alle 2 Stunden gemessen wurden, um daraus die Durchschnittstemperaturen zu berechnen. Aus dem gesammten während der Probezeit erhaltenen Salzerzeugniss wurde das durchschnittliche tägliche Erzeugniss berechnet. Von letzterem wurden bei Hall und Wilhelmshall je 2, bei Dürrheim und Friedrichshall aber 5 Procent Wasser abgezogen, um das in der Tabelle aufgeführte trockene Salzerzeugniss zu erhalten. Aus dem trockenen Salzerzeugniss

*) Siehe die Tabelle nach Seite 48.

berechnet sich die sekundlich zu erzeugende Dampfmenge in Kubikmetern auf 0° Temperatur und 760 Millimeter reducirt durch Multiplikation mit 0,00002. Den Wasserdampfgehalt der von den Siedpfannen abziehenden Dämpfe berechnete ich unter der auch durch Psychrometerbeobachtungen begründeten Voraussetzung, dass dieselben bei 1° niedrigerer Temperatur als der Abzugstemperatur gesättigt seien. Durch Abzug des noch ohne Psychrometer nur annähernd bestimmten Wassergehalts der Luft ergibt sich die Wasserdampfaufnahme auf 100 Volumina Luft und hieraus die Luftmenge. Diese Luftmenge bleibt dieselbe von der Pfanne an bis zum Abzug aus dem Kamin, während die ihr beigemischte Dampfmenge mit der Temperatur gleichzeitig abnimmt. Im Kamin ist der Luft noch so viel Wasserdampf beigemischt, als der Sättigungstemperatur t_1 entspricht.

Das wirklich sekundlich im Dampfkamin abziehende Gemisch beträgt dem Volumen nach $V_0 = K \frac{100 + \vartheta_1}{100} (1 + \alpha t_1)$ Kubikmeter, wobei ϑ_1 den einer Sättigungstemperatur von t_1 Graden entsprechenden Dampfgehalt auf 100 Volumina Luft bezeichnet. In neben angefügter Tabelle sind zur Erleichterung der Berechnung die Werthe des Ausdrucks $\frac{100 + \vartheta_1}{100} (1 + \alpha t_1)$ von 0 bis 100° angegeben.

Grade	Grade	Grade
0° 1,0061	16° 1,0778	32° 1,1718
1 1,0102	17 1,0829	33 1,1790
2 1,0144	18 1,0880	34 1,1864
3 1,0186	19 1,0932	35 1,1940
4 1,0229	20 1,0984	36 1,2018
5 1,0272	21 1,1038	37 1,2100
6 1,0315	22 1,1093	38 1,2183
7 1,0359	23 1,1149	39 1,2270
8 1,0403	24 1,1207	40 1,2359
9 1,0448	25 1,1265	41 1,2452
10 1,0493	26 1,1325	42 1,2547
11 1,0539	27 1,1387	43 1,2647
12 1,0585	28 1,1450	44 1,2750
13 1,0632	29 1,1514	45 1,2857
14 1,0686	30 1,1580	46 1,2968
15 1,0729	31 1,1648	47 1,3084

Grade	Grade	Grade
48° 1,3205	66° 1,6720	84° 2,8920
49 1,3331	67 1,7037	85 3,0487
50 1,3462	68 1,7375	86 3,2279
51 1,3599	69 1,7737	87 3,4353
52 1,3742	70 1,8124	88 3,6775
53 1,3891	71 1,8540	89 3,9643
54 1,4048	72 1,8986	90 4,3090
55 1,4213	73 1,9467	91 4,7311
56 1,4385	74 1,9987	92 5,2590
57 1,4566	75 2,0550	93 5,9389
58 1,4757	76 2,1162	94 6,8461
59 1,4957	77 2,1830	95 8,1177
60 1,5168	78 2,2560	96 10,0268
61 1,5392	79 2,3361	97 13,2123
62 1,5628	80 2,4246	98 19,5930
63 1,5877	81 2,5227	99 38,7990
64 1,6141	82 2,6317	100 ∞
65 1,6422	83 2,7540	

Es ergeben sich nun zunächst die wirklichen Kamingeschwindigkeiten von unter 1 Meter bis über 2 Meter, also gerade in gleichem Betrag wie beim Rauchabzug. Die Berechnung der theoretischen Abzugsgeschwindigkeit ist nicht so ganz einfach wie beim Rauchabzug, weil hier das leichtere specifische Gewicht des der Luft beigemengten Wasserdampfes mit in Betracht zu ziehen ist. Man bringt hiebei am einfachsten die Differenz δ des Dampfgehaltes der äusseren Luft und der im Kamin abziehenden Dämpfe in Rechnung, gerade so wie man auch die Temperaturdifferenz $\tau = t_1 - t$ einführt, anstatt die zu complicirte, wiewohl genaue Berechnung mit den einzelnen Temperaturen durchzuführen. Die Formel, welche ich für die Abzugsgeschwindigkeit erhielt, ist

$$v = \sqrt{2gh \frac{100\alpha\tau + \delta\alpha\tau + 0,3775\delta}{100 + 0,6225\delta}}$$

Die bei den verschiedenen Versuchen berechneten theoretischen Abzugsgeschwindigkeiten differiren von 6 bis 12 Metern, ebenfalls gleich wie bei den Rauchabzugsproben. Der Einfluss der geringeren Temperaturdifferenzen bei den Dampfabzugsproben gegenüber den Rauchabzugsproben wird durch das geringere specifische Gewicht des Dampfes wieder aufgehoben.

Ein wesentliches Moment für die Stärke des Dampfabzugs bildet neben der Länge und Weite der zu durchlaufenden Kanäle der Widerstand, welchen der die ganze Pfanne bedeckende Pfannenmantel dem Eindringen der Luft entgegensetzt. Dieser Widerstand ist um so grösser, je dichter der Pfannenmantel gearbeitet ist. Es gehört aber schon ein sehr dicht gearbeiteter neuer Pfannenmantel dazu, um, wie diess in Wilhelmshall der Fall ist, eine Pressungsdifferenz von nur $\frac{1}{2}$ Millimeter Wassersäule innerhalb des Mantels hervorzubringen. Der Widerstand, welchen die Pfannenmäntel dem Abzug der Dämpfe entgegensetzen, ist demnach ein geringerer als der Widerstand des Rostes und der Brennmaterialschihte beim Abzug des Rauches von Steinkohlenfeuerungen. Da an verschiedenen Orten und namentlich in Dürrheim der Abzug des Dampfes durch Klappen regulirt wird, habe ich die Dampfabzugsproben zum Theil auch bei mehr oder weniger geschlossener Dampfklappe ausgeführt. Es sind desshalb in der Tabelle die einzelnen Proben mit „Frei“ oder „Gespannt“ bezeichnet, je nachdem man die Dämpfe ganz frei oder bei theilweise geschlossener Dampfklappe abziehen liess. In Dürrheim ist es Gebrauch, die Dampfklappen während des Aufsiedens ganz zu öffnen und sie während der Soggzeit zur Hälfte zu schliessen. Bei meinen Proben liess ich sie entweder während der ganzen Zeit vollständig offen oder während der ganzen Zeit zur Hälfte geschlossen und ebenso verfuhr ich in Wilhelmshall. In Hall, wo die Dämpfe ohnediess sehr schwach abziehen, schloss ich bei den als „Gespannt“ bezeichneten Proben die Klappen vollständig während 3 Stunden nach dem Ausziehen und Einlassen und liess hernach wieder die ganze Zeit offen. Die Berechnung wurde demgemäss auch etwas anders ausgeführt, indem wirklich nur 21-stündige Dauer des Dampfabzugs angenommen und darnach die sekundliche Dampfmenge berechnet wurde. Dieselbe ist in diesem Fall gleich dem 0,0000228fachen des trockenen täglichen Salzerzeugnisses. Das berechnete Vielfache der theoretischen von der wirklichen Geschwindigkeit bleibt sich demnach in Hall bei freien wie gespannten Dämpfen ziemlich gleich, während es bei andern Versuchen zum Theil sehr verschieden ist. Bei Pfanne III, 1 in Dürrheim ist z. B. das Vielfache bei gespannten Dämpfen fast doppelt so gross als bei freien Dämpfen. Bei den andern Pfannen II, 2 und II, 3 und III, 2 ist der Unterschied auch noch ziemlich

merklich. In Wilhelmshall war der Einfluss verschieden. Im Durchschnitt ist das Vielfache bei freien Dämpfen nahezu gleich 7 wie bei den Verbrennungsproben. In Hall ist wie bemerkt der Abzug sehr schwach, was seinen Grund in dem langen Weg der Dämpfe und wahrscheinlich noch mehr in der Undichtheit der dortigen grossen Dampftrocknungen hat. In Dürrhein ist das Vielfache am kleinsten, weil die Dämpfe einen kurzen Weg zurückzulegen haben. Es fehlen hier nämlich die Dampftrocknungen und die Dämpfe dienen nur zu Heizung von Dampfpannen *). Auch sind die Pfannenmäntel nicht so dicht wie auf den andern Salinen und gestatten einen fast ungehinderten Eintritt der Luft.

Der Luftzutritt per Kilogramm Kochsalz ist einfach abhängig von der Abzugstemperatur der Dämpfe. Indem letztere von 61 bis 74 Grad differirt, differirt der Luftzutritt von 6,6 bis 14,8 Kubikmeter.

Mit dem per Quadratmeter Pfannenfläche erzielten Kochsalzerzeugniss steht die Abzugstemperatur und damit der Luftzutritt per Kilogramm Kochsalz wenigstens nach den vorliegenden Proben scheinbar in gar keinem Zusammenhang. Es ist theils die Produktion um so grösser, je stärker und um so kleiner je schwächer der Luftzutritt ist (Dürrhein I, 1 83,8 q und 62 Grad, Hall 1 gespannt 48,1 q und 74 Grad) und theils umgekehrt die Produktion sehr klein bei starkem und wieder sehr gross bei schwachem Luftzutritt (Wilhelmshall 49,5 q und 61 Grad und Dürrhein III, 1 78,1 q und 74 Grad).

Es kann also die Abzugstemperatur und damit die relative Luftmenge per q Kochsalzerzeugniss ganz verschieden sein bei einer und derselben Produktion je nachdem der Zug stärker oder schwächer ist, man hat sich lediglich durch direkte Versuche davon zu überzeugen, welche Abzugstemperatur bei einer bestimmten Pfanne die günstigste ist. Bei Erhöhung der Temperatur der Dämpfe wird nämlich ganz proportional auch die Temperatur der Soole erhöht, und dadurch die Transmission der Wärme aus der Feuerung an die letztere vermindert. Während man also einerseits durch Ersparung von zu erwärmender Verdampfungsluft gewinnt, verliert man durch verminderte Ausnützung der Wärme

*) Es waren auf 8 Siedpfannen nicht weniger als 37 theils durch Rauch, theils durch Dampf geheizte Beipfannen vorhanden. Eine der Pfannen hat sogar 6 Beipfannen. Dafür ist weder Rauch noch Dampf zur Trocknung benutzt, sondern eine sehr unwirksame Lufttrocknung eingeführt.

der Feuerung und es ist rein Sache der Erfahrung das Richtige zu treffen. Der sekundliche Luftzutritt per Quadratmeter Pfannenfläche beträgt im Durchschnitt etwa 0,003 Kubikmeter und wechselt von 0,002 bis 0,006. Im Allgemeinen sollte der Luftzutritt um so grösser sein, je grösser das Salzerzeugniss auf die Flächeneinheit ist. Bei den vorliegenden Proben trifft aber auch diess durchaus nicht allgemein zu, weil der relative Luftverbrauch per Kilo Kochsalz gar zu verschieden ist. Es kommt nun darauf an, die Dampfabzugstemperatur und damit den Dampfgehalt der abziehenden Dämpfe einestheils nach den in andern Kapiteln gegebenen Regeln im Verhältniss zur Sooltemperatur relativ möglichst hoch zu halten und andernteils die für den Brennmaterialverbrauch günstigste Dampfabzugstemperatur in jedem einzelnen Fall durch direkte Versuche zu bestimmen.

Wir kommen nun an die 18 Proben der nachfolgenden Tabelle B*).

Von diesen sind die 10 ersten bei den 5 Dampfpfannen in Wilhelmshall, die 4 folgenden bei 4 Grobsalzpfannen von Friedrichshall angestellt worden. Es kamen hiebei fast durchweg nur Psychrometerbeobachtungen zur Anwendung, da wie bereits bemerkt, die Temperatur zu niedrig und die Dämpfe ohnediess viel zu wenig gesättigt waren, als dass deren Dampfgehalt unmittelbar aus ihrer Temperatur hätte bestimmt werden können. Ausserdem war wegen des geringen Dampfgehalts der abziehenden Dämpfe eine genaue Unterscheidung der als Verdampfungsluft dienenden Siedhausluft und der für den Auftrieb im Kamin allein massgebenden äusseren Luft nothwendig, wie diess bereits früher im 10. Kapitel „Über die Anordnung der Cirkulationen und Dampfabzugsschläuche bei den Dampfpfannen“ geschehen. Im Übrigen ergibt sich die Berechnung aus der Tabelle selbst. Bei Bestimmung des Auftriebs kommt die Differenz δ des Wassergehalts der Dämpfe oder warmen Luft im Kamin gegen den Wassergehalt der äusseren Luft in Rechnung, gerade wie bei den vorhergehenden Versuchen. Die sich ergebenden theoretischen Dampfabzugsgeschwindigkeiten im Kamin sind bei den Dampfpfannen etwa halb so gross und bei den Grobsalzpfannen eben so gross als bei den Proben der vorhergehenden Tabelle. Die wirkliche Geschwindigkeit differirt bei allen Proben von 1 bis 2 Metern

*) Siehe die Rückseite der nebenstehenden Tabelle.

Zu Seite 43.

ten und Trocknungen abgeben.

$$,3775 \delta$$

5 δ

[illegible]

en mit unmittelbarem Dampfabzug.

$$100 \alpha \tau + \delta \alpha \tau + 0,3775 \delta$$

$$100 + 0,6225 \delta$$

Friedrichshall.

N u. 2	I,1 u. 2	II,3	II,3	II,6	II,6	III,7	III,8	IV,11	IV,12
I 4	8	6	4	4	6	6	9	9	9
A u. 48	24 u. 48	48	48	48	48	72	72	72	72
S 230	1250	1488	1686	1555	1678	3618	3582	2473	3505
S 0245	0,0250	0,0298	0,0337	0,0311	0,0336	0,0724	0,0716	0,0495	0,0701
S								70	73
T 2-2,4	28,2-3,0	30,0-1,1	25,1-0,1	29,7-1,6	26,3-0,3	42,4-1,1	50,0-1,4	48,3-1,4	47,2-1,4
V 40	3,01	3,97	3,19	3,74	3,38	8,32	12,62	12,51	11,76
T 3-4,7	19,1-6,0	16,0-3,0	15,1-2,8	15,8-2,8	16,3-3,3	20,7-5,4	20,5-5,5	17,3-6,2	16,7-6,3
V 10	1,05	1,27	1,21	1,28	1,25	1,33	1,29	0,86	0,78
V 30	1,96	2,70	1,98	2,46	2,13	6,99	11,33	11,65	10,98
S 065	1,276	1,104	1,702	1,264	1,578	1,036	0,632	0,425	0,638
V 226	1,461	1,278	1,917	1,455	1,787	1,300	0,851	0,563	0,836
K 780	0,780	0,850	0,850	0,850	0,850	0,670	0,630	0,650	0,650
H 57	1,87	1,50	2,25	1,71	2,10	1,94	1,35	0,87	1,29
T 6-0,9	+2,6-1,3	-4,3-0,8	-5,3-0,5	-3,7-0,5	-3,5-0,7	-3,2-0,6	-3,8-0,7	-2,5-0,8	-4,7-0,6
V 49	0,57	0,35	0,35	0,38	0,35	0,45	0,36	0,41	0,36
T 29	26	34	30	33	30	46	54	51	52
D 91	2,44	3,62	2,84	3,36	3,03	7,87	12,26	12,10	11,40
K 40	11,50	10,00	10,00	10,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
T 14	4,87	5,23	4,89	5,12	4,91	8,20	9,12	8,90	8,92
V 64	2,61	3,49	2,13	3,01	2,34	4,23	6,75	10,23	6,92
T 7	7,9	11,4	13,0	12,0	12,9	26,8	26,5	22,1	33,7
S 0067	0,0080	0,0087	0,0131	0,0097	0,0121	0,0077	0,0047	0,0038	0,0061
I 50	176	128	174	140	162	49,3	30,4	29,6	31,4
F 59	159	130	130	130	130	135	135	112	104

wie früher. Das Vielfache der theoretischen Geschwindigkeit von der wirklichen ist im Allgemeinen viel geringer, weil einestheils ausser den Dampfkaminen selbst gar keine Kanäle zu durchlaufen waren und anderntheils der Widerstand der Pfannenmäntel für die eindringende Luft meistens durch angebrachte Öffnungen aufgehoben war. Der sekundliche Luftzutritt per Quadratfuss Pfannenfläche ist bei den Dampfpfannen durchschnittlich etwa = 0,01 Kubikmeter, also 3 mal so gross als bei den vorigen Proben, trotz des bedeutend geringeren Salzerzeugnisses. Ungemein gross ist der Luftzutritt per Kilogramm Kochsalz. Nur bei den 4 letzten Proben, bei den Grobsalzpflanzen ist er geringer, aber immer noch 2 bis 3 mal so gross als das Maximum bei den früheren Proben. Wir gehen nun zur Betrachtung der einzelnen Proben über.

Die 4 ersten wurden ausgeführt bei den 4 getrennten Dampfpfannen der beiden Siedhäuser Nr. I und II in Wilhelmshall, bei denen der Luftzutritt noch auf die alte möglichst schlechte Manier durch Schlitzte unter den Anzügen in unmittelbarer Nähe der Dampfschläuche stattfand. Interessant ist die jedesmalige Vermehrung des Vielfachen bei dem weiteren Dampfkamin der 1. Dampfpfanne in beiden Siedhäusern. Je weiter die Kamine sind, desto geringer wird die wirkliche Geschwindigkeit. Die Abnahme ist aber noch nicht sehr bedeutend, so dass die Luftmenge bei den weiteren Dampfschläuchen wenigstens noch ziemlich im Verhältniss der Querschnitte grösser ist, während der Auftrieb derselbe blieb. Es geht hieraus hervor, dass noch eine bedeutende Vermehrung des Luftzutritts durch Vermehrung des Querschnitts der Dampfschläuche möglich ist, ehe die Geschwindigkeit zu stark abnimmt. Die beiden folgenden Proben wurden bei der einen Dampfpfanne im Siedhaus Nr. III angestellt und zwar im 1. Fall der Luftzutritt wie früher durch Schlitzte unter den Anzügen ermöglicht, während im 2. Fall an jeder Ecke des Pfannenmantels 2 Läden weggenommen und dadurch der zuströmenden Luft sehr grosse Öffnungen dargeboten wurden. Es ergab sich hieraus sofort eine um $\frac{1}{5}$ grössere Luftmenge und 6% mehr Salzerzeugniss.

Das Vielfache war im 1. Fall bedeutend grösser als im 2. Die folgende 7. Probe wurde an der 2. Dampfpfanne in Nr. I angestellt, während ein um 2 Meter erhöhter Dampfschlauch am Ende der Pfanne angebracht war. Hiebei erhielt man eine entsprechend grössere Luft und Salzmenge. Das Vielfache war nahezu

gleich wie früher, weil die gesammte Luftzutrittsöffnung gleich gross gemacht wurde. Die folgende Probe wurde mit den durch einen kurzen Schlauch vereinigten beiden Dampfpfannen im Siedhaus Nr. II angestellt. Die Verdampfungsluft trat am vorderen Ende der 2. Pfanne unter deren Mantel, strömte über die ganze Soolfläche weg und zog alsdann hinten durch den Verbindungsschlauch unter den Mantel der 1. Dampfpfanne, um von da durch das auf 13 Meter erhöhte Dampfkamin der 1. Pfanne abzuziehen. In Folge des weiten Wegs und engen Übergangs (der Übergangsschlauch hatte nur 0,5 Quadratmeter Querschnitt) wurde der Widerstand und damit das Vielfache sehr gross, nämlich Letzteres = 3,64, desshalb war die Luftmenge durchaus nicht hinreichend. Sie betrug nur 0,0062 Kubikmeter sekundlich auf jeden Quadratmeter Pfannenfläche. Die relative Wasserdampfaufnahme war dagegen grösser als bei allen früheren Proben, ebenso die wirkliche Kamingeschwindigkeit. Wogegen das Salzerzeugniss ein sehr ungünstiges war. Die folgende Probe wurde bei den auf gleiche Weise vereinigten Dampfpfannen in Nr. I angestellt. Hier erhielt aber der Verbindungsschlauch 1,5 Quadratmeter Querschnitt und es wurde durch Wegnahme einer ganzen Lädenreihe hinreichend Raum geschaffen für Einströmung der Luft zur 2. Dampfpfanne. Es ist desshalb das Vielfache bedeutend vermindert worden. Der Luftzutritt war dagegen noch ziemlich gering, weil der Dampfschlauch nicht erhöht war. Beim nächsten Versuch war der Dampfschlauch auf 11,5 Meter erhöht. Aber auch damit war noch keine besonders grosse Luftmenge erhalten. Es wurde desshalb später noch ein 2. Dampfschlauch neben dem 1. angebracht, und mit dieser jetzt noch bestehenden Einrichtung ein günstiger Erfolg erzielt. Die nun folgenden Friedrichshaller Proben bei den Dampfpfannen liefern wieder einen starken Beweis für die Vermehrung des Luftzutritts und des Kochsalzerzeugnisses durch Herstellung einer passenden Luftzutrittsöffnung.

Es sind nämlich bei diesen Pfannen die Dampfschläuche gerade an einer Seite angebracht, wodurch die beste Gelegenheit gegeben, mittelst Anbringung von Öffnungen auf den den Dampfschläuchen gegenüberliegenden Seiten einen passenden Luftzug herbeizuführen. Nichtsdestoweniger bleibt aber für gewöhnlich der ganze Pfannenmantel pünktlich geschlossen. Ich habe nun während eines Theils der Probzeit die Pfannen im ursprünglichen

Zustand gelassen und während des andern Theils durch Wegnehmen sämtlicher Läden gegenüber den Abzugsschläuchen eine grosse Luftzutrittsöffnung hergestellt. Je die 2. angegebene Probe ist die mit offenen Läden. Es wird bei offenen Läden zunächst durch Verminderung des Widerstandes das Vielfache bedeutend geringer und die wirkliche Abzugsgeschwindigkeit sowie die Luftmenge um die Hälfte grösser. Das Dampfsalzerzeugniss vermehrte sich gleichzeitig um volle 11% und diess Alles blos durch Wegnehmen einiger Läden ohne allen Kostenaufwand. Wie viel mehr würde da nicht bei vollständiger Durchführung richtiger Grundsätze erreicht werden können?

Bei den folgenden Proben an den Grobsalzpflanzen ist die Temperatur viel höher und die theoretische Abzugsgeschwindigkeit auch viel bedeutender, die Luftmenge dagegen eine viel geringere. Theils durch Dichthaltung der Mäntel, theils durch Schliessen der Dampfklappe ist dafür gesorgt, dass die Abzugstemperatur auf 40—50 Grad erhalten und keine zu grosse Luftmenge aufgesaugt wird.

Bei Pfanne III, 7 war die Klappe fast ganz, bei III, 8 aber nur zur Hälfte offen. In letzterem Fall ist demgemäss das Vielfache grösser. Bei Pfanne 11 ist das Vielfache sehr gross, weil die Klappe nur $\frac{1}{6}$ geöffnet war. Bei Pfanne 12 war die Klappe fast ganz offen, aber der Mantel sehr dicht, wesshalb das Vielfache auch ziemlich gross ist. Die Luftmenge ist bei Pfanne 12 fast doppelt so gross, als bei Pfanne 11 und dennoch die Temperatur der abziehenden Dämpfe fast gleich hoch, weil die Produktion der ersteren Pfannen an sich viel grösser und demgemäss auch die Temperatur der Soole um 3 Grad höher ist, als bei Pfanne 11. In der Tabelle sind bei den 2 letzteren Proben für die abziehenden Dämpfe nur die Durchschnittstemperaturen des nassen Thermometers angegeben und aus diesen wurde unmittelbar der Wassergehalt der abziehenden Dämpfe bestimmt, da es in Folge beständigen Herabtropfens von Condensationswasser nicht möglich war, ein trockenes Thermometer im Dampfschlauch zu erhalten. Die ganze Tabelle enthält nun hinreichende Anhaltspunkte, um für jeden gegebenen Fall bestimmen zu können, welche Vermehrung der Luftmenge und damit des Salzerzeugnisses einer Dampfpfanne durch eine bestimmte Vermehrung der Luftzutrittsöffnung, und Erhöhung und Erweiterung des Dampfschlauchs er-

zielt werden kann. Die in Folge vermehrter Verdampfungsluft nothwendige Wärmemenge kommt bei den Dampfpfannen gar nicht in Betracht, da die Wärme der Dämpfe doch lange nicht vollständig ausgenützt werden kann, wie diess in einem spätern Kapitel näher betrachtet werden wird.

Was zum Schluss den Einfluss der namentlich in den höher gelegenen Salinen wie Dürnheim und Wilhelmshall bedeutenden Abweichung des Barometerstandes betrifft, so ist bei gleichbleibender Sättigungstemperatur und gleicher Geschwindigkeit der von einer Pfanne abziehenden Dämpfe die Masse des in der Zeiteinheit wirklich abgeführten Dampfes sehr nahe dieselbe bei beliebigem Barometerstand, da die Vermehrung des relativen volumetrischen Dampfgehaltes bei vermindertem Druck durch die dem Druck proportionale Ausdehnung des Dampfes aufgehoben wird. Man kann somit bei den vorhergehenden Berechnungen, bei denen es sich weniger um das genaue Verhältniss von Luft und Dampf, als vielmehr um die wirklich abziehende reine Dampfmenge handelt, ohne Fehler stets die Pressung der Luft gleich und zwar zu 760 Millimeter annehmen.

Elftes Kapitel.

Wärmeverbrauch bei der Verdampfung.

Den Berechnungen über den bei Abdampfung einer Kochsalzlösung stattfindenden Wärmeverbrauch sind folgende Angaben vorzuschicken über die zur Verwandlung des Wassers in Wasserdampf, zur Erwärmung der Luft und zur Erwärmung des im Wasser gelösten Kochsalzes erforderliche Wärmemenge.

Nach Regnault wird die Gesamtwärme des gesättigten Wasserdampfes genau durch die Formel

$$r = 606,5 + 0,305 t$$

ausgedrückt, wobei t die Sättigungstemperatur in Graden bezeichnet. Die wirkliche specifische Wärme des Wasserdampfes bei constantem Druck ist $= 0,475$, wenn die specifische Wärme des Wassers zwischen 0 und 100° als Einheit angenommen wird. Der Werth 0,305 stellt gewissermassen die von der latenten

Wärme unabhängige Wärmecapacität des Wasserdampfes dar, insofern er derjenigen Wärmemenge gleich ist, welche einem Kilogramm gesättigten Wasserdampfes wirklich zuzufügen ist, um dessen Temperatur um 1 Grad zu erhöhen, wenn vorausgesetzt wird, dass dieser Dampf nach der Erhöhung der Temperatur auch die entsprechende höhere Spannung annehmen, d. h. gesättigt bleiben kann. Würde der Wasserdampf ohne gesättigt zu bleiben erwärmt, so wäre für jeden Grad Temperaturerhöhung die wirkliche specifische Wärme von 0,475 Kalorien hinzuzufügen. Zieht man von der nach obiger Formel bestimmten Gesamtwärme des gesättigten Wasserdampfes diejenige Wärmemenge ab, welche zur Erwärmung des tropfbar flüssigen Wassers auf die Temperatur t des Dampfes erforderlich war, so erhält man die gewöhnlich so bezeichnete latente Wärme des Wasserdampfes für die Temperatur t gleich $606,5 + 0,305 t = 606,5 - 0,695 t$. Bei 0 Grad wird nach dieser Formel die latente Wärme des gesättigten Wasserdampfes gleich 606,5 und bei 100 Grad gleich 537,0. Hierbei ist indessen die Verschiedenheit der specifischen Wärme des tropfbar flüssigen Wassers zwischen 0 und 100 Grad unberücksichtigt gelassen. Die latente Wärme des Wasserdampfes ist bei höherer Temperatur eine niedrigere, während die Gesamtwärme mit der Temperatur wächst. Die Gesamtwärme des gesättigten Wasserdampfes ist nach der Formel bei 0 Grad gleich 606,5 und bei 100 Grad gleich 637,0.

Die specifische Wärme der Luft bei constantem Drucke ist nach Regnault $= 0,2377$ dem Gewichte nach, wenn wieder die specifische Wärme des Wassers zwischen 0 Grad und 100 Grad gleich 1 gesetzt wird. Hiemit ist gesagt, dass zur Erwärmung von 1 Kilogramm Luft, die vor und nach der Erwärmung unter dem gleichen Drucke, also zum Beispiel unter dem gerade stattfindenden Atmosphärendruck steht, sich also während der Erwärmung ausdehnen kann, um je einen Grad 0,2377 Kalorien erforderlich sind. Die specifische Wärme der Luft bei constantem Volumen ist nach Regnault $= 0,1686$. Bei unsern Berechnungen kommt aber nur die specifische Wärme bei constantem Druck vor, da wir es stets mit Luft von atmosphärischer Pressung zu thun haben, die sich bei der Erwärmung beliebig ausdehnen kann.

Die specifische Wärme des in der Soole gelösten und mit

derselben zu erwärmenden Kochsalzes nehmen wir nach Person zu 0,555 an.

Die latente Wärme des flüssigen Kochsalzes ist ebenfalls nach Person zu 40,70 anzunehmen und wir setzen voraus, dass eben diese latente Wärme beim Abdampfen des in Wasser gelösten Kochsalzes wieder frei werde.

Nach diesen Angaben wurde bereits früher (Kapitel 10) die Wärmemenge berechnet, welche zur Erdampfung von 1 Kilogramm Kochsalz in einer Wilhelmshaller Dampfpfanne erforderlich war. Es soll nun eine Tabelle berechnet werden, welche für höhere Abzugstemperaturen von 5 zu 5 Graden die zur Verdampfung erforderliche Wärmemenge angibt. Es werden dabei folgende Voraussetzungen gemacht: Die Dämpfe ziehen ganz gesättigt ab, die zutretende Luft habe constant eine Temperatur von 20 Graden und sei wasserfrei, die Temperatur der zutretenden Soole sei constant = 10 Grad und ihr Salzgehalt = 26,5 Procent, endlich werde das in der 10 Grad warmen Soole gelöste Kochsalz gerade um die Abzugstemperatur erwärmt. Diese dem flüssigen Kochsalz mitgetheilte Wärme wird als für die weitere Verdampfung verloren betrachtet und desshalb dem ganzen Wärmeverbrauch zugerechnet. Wir nennen W die zur Erdampfung von 1 Kilogramm Kochsalz erforderliche Gesamtwärme, W_1 die zur Erzeugung von 2,774 Kilogramm gesättigten Wasserdampfes von der Abzugstemperatur t der Dämpfe erforderliche Wärmemenge, wobei $W_1 = 2,774 (606,5 - 10 + 0,305 t)$.

W_2 die zur Erwärmung der Verdampfungsluft von 20 Grad auf t Grad erforderliche Wärmemenge. Wenn d_1 die bei t Grad Dampfabzugstemperatur auf je 100 Volumtheile Luft aufgenommene Dampfmenge bezeichnet, so ist

$$W_2 = \frac{2,774 \cdot 100 \cdot 0,2377}{d_1 \cdot 0,6225} (t - 20) = 2,025 \frac{t - 20}{d_1}$$

W_3 ist die zur Erwärmung des Kochsalzes um t Grad erforderliche Wärmemenge

$$W_3 = 0,555 t.$$

Vom Ganzen ist durch Krystallisation eines Kilogramms Kochsalz frei werdende Wärmemenge von 40,7 Kalorien abzuziehen. Es ist dann

$$W = W_1 + W_2 + W_3 - 40,7.$$

Dampfabzugs- Temperatur.	W_1	W_2	W_3	Gesamt- wärmemenge W	Procente.
40°	1688,5	272,1	22,2	1942,1	110,7
45	1692,8	255,4	24,9	1932,4	110,2
50	1697,0	230,8	27,7	1914,8	109,2
55	1701,2	202,8	30,5	1893,8	108,0
60	1705,5	174,0	33,3	1872,1	106,7
65	1709,7	146,1	36,1	1851,2	105,5
70	1713,9	119,7	38,9	1831,8	104,4
75	1718,1	95,2	41,6	1814,2	103,4
80	1722,4	72,6	44,4	1798,7	102,5
85	1726,6	52,0	47,2	1785,1	101,8
90	1730,9	33,1	50,0	1773,3	101,1
95	1735,1	15,8	52,7	1762,9	100,5
100	1739,3	0,0	55,5	1754,1	100,0

Nach dieser Tabelle nimmt die für Erwärmung der Verdampfungsluft erforderliche Wärmemenge bei höherer Temperatur so bedeutend ab, dass trotz der Zunahme der für die Bildung des Wasserdampfes an sich und für die Erwärmung des Kochsalzes erforderlichen Wärmemenge die erforderliche Gesamtwärme auch abnimmt. Setzt man die bei 100 Grad Dampfabzugstemperatur erforderliche Wärmemenge gleich 100, so ist dieselbe bei 40 Grad gleich 110,7, also um 10,7% grösser. Wird die angegebene Tabelle noch weiter unter 40 Grad fortgesetzt, so nimmt die Wärmemenge wieder bedeutend ab statt zu. Hierauf kann man aber nicht mehr gehen, da die Temperatur der von 20 Graden zu nahe und zuletzt gleich kommt, womit die Erwärmung der Luft gleich 0 wird. Diess kann aber nicht sein, da immer eine gewisse Erwärmung der Verdampfungsluft stattfinden muss. Ausserdem sind wenigstens bei den jetzigen Einrichtungen die Dämpfe von niedriger Temperatur in der Regel lange nicht gesättigt und wird deshalb noch viel mehr Wärme für Verdampfungsluft nothwendig. Bei dem früher berechneten Beispiel hatten wir nur $\frac{3}{4}$ gesättigten abziehenden Dampf und die zuziehende Verdampfungsluft war auch schon zur Hälfte mit Wasserdampf gesättigt. Die Temperatur der Luft betrug 17,2 Grad und die der abziehenden Dämpfe 27,1 Grad. Die Gesamtwärme berechnete sich zu

2340,4 Kalorien oder 133,4 Procent von der nach obiger Tabelle bei 100° nothwendigen Gesamtwärmemenge.

Von dem Einflusse der Jahreszeit auf die Siedresultate bekommen wir ein Bild durch die in nachfolgender Tabelle mitgetheilte Berechnung des Wärmeverbrauchs auf 1 Kilogramm Kochsalz für die niedersten, mittleren und höchsten Luft- und Sooltemperaturen, welche etwa vorkommen mögen.

Temperatur der Wärmeverbrauch auf 1 Kilogramm Kochsalz bei den folgenden Abzugstemperaturen.

		50°		60°		70°	
0°	0°	2096,4	100,0%	1986,9	100,0%	1907,4	100,0%
10°	20°	1914,8	91,3%	1872,1	94,2%	1831,8	96,0%
20°	30°	1810,2	86,4%	1800,8	90,6%	1780,1	93,3%

Der Einfluss der Jahreszeit ist um so bedeutender, je niedriger die Temperatur ist, mit der die Dämpfe abziehen. Für die äussersten Temperaturgrenzen im Winter und Sommer und die mittlere Temperatur von 60 Graden ist der Unterschied im Wärmeverbrauch nahezu = 10%. Wir können somit den durchschnittlichen Unterschied im Salzausbringen der wärmeren und kälteren Hälfte des Jahres zu 5% annehmen. Bei schwach betriebenen Grobsalzpflanzen, vor Allem aber bei unseren Dampfpflanzen, ist der Unterschied viel bedeutender.

Es bleibt nur noch die Hauptfrage zu entscheiden, mit welcher Temperatur bei bestimmter Produktion abgedampft werden soll. Bei den mit sehr niedriger Temperatur arbeitenden Beipflanzen haben wir gesehen, dass nach den bestehenden Einrichtungen noch gar nirgends genug Luft zugeführt wird. Bei den Siedpflanzen dagegen, bei denen wir auf möglichste Ausnutzung der Wärme der heizenden Gase sehen müssen, ist das Verhältniss ein anderes. Nach der Tabelle Seite 55 ist der auf je ein Kilogramm statfindende Wärmeverbrauch um so geringer, je höher die Temperatur der abziehenden Dämpfe ist. Je höher die Temperatur der Dämpfe durch Mässigung des Luftzutritts aber gesteigert wird, desto höher wird auch gleichzeitig die Temperatur der Soole, und zwar nehmen beide Temperaturen in gleicher Proportion zu. Für unsere Betrachtung nehmen wir an, dass constant die Temperatur der Dämpfe sich zu der Soole verhalte wie 8 zu 10. Wir haben hiernach z. B. 80 Grad Dampfabzugstemperatur bei 100 Grad Sooltemperatur und 60 Grad Dampfabzugs-

temperatur bei 75 Grad Sooltemperatur. Mit der Erhöhung der Sooltemperatur nimmt nun die Temperatur des abziehenden Rauchs und in Folge davon der Wärmeverbrauch wieder zu, nach der Seite 9 im 2. Kapitel angegebenen Tabelle. Wir haben nach dieser Tabelle, wenn bei 100 Grad Sooltemperatur, beziehungsweise 80 Grad Dampfabzugstemperatur 100 Theile Wärme auf 1 Kilogramm Kochsalz gebraucht werden, bei 75 Grad Sooltemperatur, beziehungsweise 60 Grad Dampftemperatur, 102,2 Theile Wärme nöthig, also 2,2% mehr. Nach der Tabelle über den Wärmeverbrauch bei verschiedener Dampfabzugstemperatur sind bei 60 Grad 106,7 Theile Wärme nothwendig gegen 102,5 Theile bei 80 Grad Dampfabzugstemperatur. Wir gewinnen also durch die um 20 Grad höhere Temperatur der Dämpfe etwa 4,2% und von diesem Gewinn verlieren wir durch die Erhöhung der Sooltemperatur wieder 2,2%. Es bleibt also noch zu Gunsten der höhern Temperatur ein Gewinn von 2% übrig. So viel mag etwa gerade der Wärmeverlust betragen, welcher aus der vermehrten Abkühlung durch die äussere Luft bei der höheren Dampftemperatur hervorgeht. Es gleichen sich also Gewinn und Verlust gerade aus und wir haben den Satz, dass bei gleicher Produktion bei den Siedpfannen der für die Verdampfung an sich erforderliche Wärmeaufwand derselbe bleibt bei verschiedener Dampfabzugstemperatur. Ist aber dieser Aufwand derselbe, so wird die höhere Temperatur insoweit entschieden vortheilhafter, als der abziehende Rauch und Dampf noch weiter zum Trocknen des Salzes oder auch zur Abdampfung in Beipfannen benutzt werden. Besonders wo Dampfpfannen im Gebrauch sind, ist eine höhere Temperatur der Siedpfannendämpfe wesentliches Erforderniss. Im Winter kommt ein weiterer Grund für die Abdampfung mit höherer Temperatur hinzu dadurch, dass dem Siedhause möglichst wenig warme Luft durch die Aufsaugung in die Pfannen entzogen werden sollte. Die Erhöhung der Temperatur der Dämpfe findet einzig ihre Grenze in dem Umstande, dass heisserer Dampf die Pfannenmäntel stärker auslaugt, wodurch die Soole verunreinigt wird, und dass heissere Soole unter Umständen mehr Pfannenstein bildet.

Wenn die durch Mässigung des Dampfabzugs bewirkte Erhöhung der Dampftemperatur schon von Vortheil ist, so ist es noch viel mehr diejenige Erhöhung der Dampfabzugstemperatur, welche durch verbesserte Einrichtung bei gleichbleibender Sool-

temperatur hervorgebracht werden kann. Um eine solche Erhöhung der Dampfabzugstemperatur zu bewirken, hat man dieselben Grundsätze durchzuführen, welche im 8. und 9. Kapitel für die Dampfpfannen aufgestellt wurden. Wir haben erstens die Dämpfe stets am Ende der möglichst oblongen Pfanne abzuziehen, eine Bedingung, welche bei unsern Siedpfannen mit Dampfbenutzung bereits erfüllt ist.

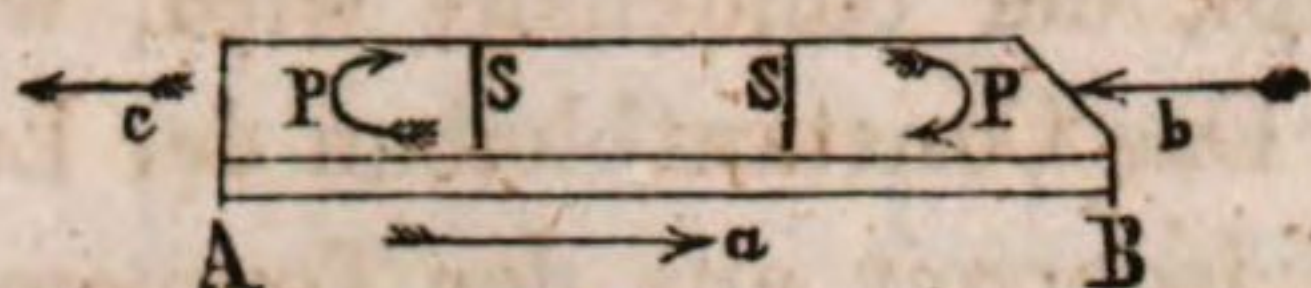
Zweitens haben wir dafür zu sorgen, dass wenn nicht alle, so doch wenigstens der grösste Theil der Luft am vorderen Ende der Pfanne aufgesaugt werde, damit die Dämpfe auch wirklich den ganzen Weg über die Pfannenfläche zurücklegen. Zu dem Ende ist der hintere Theil des Pfannenmantels, von dem die Dämpfe abgesaugt werden, so dicht als möglich zu machen, während der vordere Theil weniger dicht und so weit als erforderlich mit Öffnungen versehen sein soll.

Drittens ist die Grundbedingung aller systematischen Erwärmung auch bei den Siedpfannen zu erfüllen. Es muss die kalte Verdampfungsluft bei ihrem Eintritt unter den Pfannenmantel auf die kälteste Soole treffen, während der Abzug der Dämpfe über der heissesten Soole stattzufinden hat.

Durch passende Anbringung der Feuerung und Leitung der heizenden Gase mit oder ohne complete Soolcirculation ist auf eine möglichst hohe Temperaturdifferenz der Soole hinzuarbeiten.

Wenn alsdann Verdampfungsluft und Dämpfe den entgegengesetzten Weg verfolgen, welchen die Gase zurücklegen, so ergibt sich die successive Berührung mit kälteren und wärmeren Soolschichten und damit die systematische Erwärmung von selbst.

Die 4. Bedingung wäre für die Dampfpfannen eine möglichst rasche Bewegung der Dämpfe über der Soolfläche und zu dem Ende ein möglichst niedriger Pfannenmantel. Obgleich bei den Siedpfannen die Geschwindigkeit eine sehr geringe ist und keine so grosse Rolle spielt, ist es doch gut, die Pfannenmäntel so niedrig als thunlich anzulegen. Dieselben werden schwerlich niedriger als in 4 Fuss Abstand vom Pfannenboden ausgeführt werden und so lange sie nicht noch niedriger sind, ist die folgende Vorsicht anzuwenden gegen eine innerhalb des Mantels stattfindende Circulation, welche die Mischung der heissen Dämpfe am einen Ende mit den kalten Dämpfen am andern Ende anstrebt.



- a. Heizung.
- b. Luftzutritt.
- c. Dampfabzug.

Es würde nämlich nach bestehender Skizze, wenn die Heizung einer überdeckten Pfanne von A nach B erfolgt und bei A das Maximum, bei B das Minimum der Sooltemperatur herrscht, der sehr heisse leichte

Dampf bei A in der Richtung des Pfeils P in die Höhe steigen und nach rechts ziehen und dann am andern Ende bei B in der Richtung des Pfeils P mit den kalten Dämpfen gemischt hinabsinken. Einer solchen Vermischung wird durch Anbringung von Scheidewänden S S vorgebeugt, welche den ganzen Dampfraum in einzelne Abtheilungen trennen, die verschieden heissen über entsprechend heisser Soolfläche stehenden Dampf enthalten und nur durch schmale über der Soolfläche gelassene Schlitze verbunden sind.

Zwölftes Kapitel.

Über die Ausnutzung der Wärme der Siedpfannendämpfe durch die Dampfpfannen.

Bei Benützung der Dämpfe der Siedpfannen zur Heizung von Beipfannen hat man bis jetzt in den letzteren nicht mehr Salz erzeugt, als der vierte Theil der Produktion der Siedpfanne betrug. Es gehen somit volle $\frac{3}{4}$ der Wärme der Siedpfannendämpfe verloren. Um zu untersuchen, wo die viele unbenützte Wärme hin kommt, habe ich bei den Sied- und Dampfpfannen von Wilhelms-hall die in nachfolgender Zusammenstellung mitgetheilten Verdampfungsproben angestellt. Es wurden bei diesen Pfannen 4 oder 8 Tage lang die verschiedenen massgebenden Temperaturen beobachtet und das während dieser Zeit erzeugte Salzquantum der Siedpfannen und Dampfpfannen gewogen. Die Berechnung der Dampf- und Luftmengen, welche wie früher bei den Verdampfungsproben ausgeführt wurde, ist aus der Zusammenstellung ersichtlich. Die Siedpfannendämpfe geben von ihrem Abzug von der Siedpfanne an bis zu ihrem Austritt aus dem Kamin fortwährend

Wärme ab und verlieren Wasserdampf, der condensirt wird, während die Luftmenge dieselbe bleibt. Das Constantbleiben der Luftmenge gibt ein Mittel an die Hand, jederzeit aus der Temperatur der Dämpfe die Wärmemenge zu bestimmen, welche dem in der Zeiteinheit an einem bestimmten Ort durchziehenden ganzen Dampfquantum innewohnt. Durch Multiplikation der vorher bestimmten sekundlichen Luftmenge mit der aus der nachfolgenden Tabelle für eine bestimmte Temperatur abzulesenden Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft von dieser Temperatur sammt der zugehörigen Wasserdampfmenge erhält man diejenige Wärmemenge, welche die pro Sekunde an der betreffenden Stelle durchziehenden Dämpfe enthalten. Die Differenz der auf diese Weise an zwei aufeinander folgenden Punkten bestimmten Wärmemenge der Dämpfe ist gleich der auf dem zwischenliegenden Weg erfolgten sekundlichen Wärmeabgabe. Unter dieser Wärmeabgabe ist auch zugleich die gesammte mit dem abfliessenden Condensationswasser verloren gehende Wärme mit inbegriffen. Bei Berechnung der an die Dampfpfannen abgegebenen Wärme wurde der Wärmegehalt des abfliessenden Condensationswassers nicht mitgerechnet. Derselbe musste deshalb von der Differenz aus der beim Abzug von der Siedpfanne und aus der beim Abzug von den Dampfpfannen in der sekundlichen Dampfmenge enthaltenen Gesamtwärme abgezogen werden. Bei Bestimmung des Wärmeverbrauchs für die Dampftrocknungen wurde dagegen das Condensationswasser mit in Betracht gezogen, wie aus der Zusammenstellung ersichtlich. Die Zusammenstellung enthält die Wärmeabgabe, welche unter den Dampfpfannen, den Dampfdörren und an das Kamin stattfindet, in Procenten des Gesamtwärmegehalts der Dämpfe über der Siedhaustemperatur. Man sieht, dass in den beiden Siedhäusern, welche je 2 Dampfpfannen von nahezu doppelter Fläche haben, die Wärmeabgabe unter den Dampfpfannen eine viel bedeutendere ist, als im Siedhaus Nro. III mit nur Einer Dampfpfanne. Dagegen ist im letzteren Siedhause die Abgabe an die Dampfdörre und der Verlust im Kamin viel bedeutender, als in den ersteren. In Nro. III hätte können noch um die Hälfte mehr Wärme unter der Dampfpfanne abgegeben werden, unbeschadet der weiteren Verwendung der Dämpfe. In Nro. I und II dagegen wird bereits viel mehr als die Hälfte der disponibeln Wärme an die Dampfpfannen abgegeben, so dass keine grosse Vermehrung

mehr möglich wäre. Dass nun aber die Dampfsalzmenge entfernt nicht einer so hohen Wärmeabgabe entspricht, hat seinen Grund hauptsächlich in dem bedeutenden Wärmeverlust nach aussen durch die grosse Fläche des Dampfpfannenherds und die Ausdehnung der Zu- und Ableitungskanäle. Es ist nämlich die genau berechnete dem reinen Dampfsalzerzeugniss entsprechende sekundliche Wärmeconsumtion der Dampfpfannen kaum, meistens nicht einmal halb so gross, als die Wärmemenge, welche die Siedpfannendämpfe in jeder Sekunde bei Durchlaufung ihres Wegs von der Siedpfanne bis zu den hinter den Dampfpfannen beginnenden Dampfdörren abgegeben. Das Meiste geht also in den Canälen der Dampfpfannenherde, namentlich aber auch in den auf dieser Saline besonders langen unterirdischen Zuleitungskanälen zwischen Sied- und Dampfpfannen verloren. Das einzige Mittel, um ein viel grösseres Dampfsalzerzeugniss zu erzielen, besteht deshalb darin, dass man erstens die langen Zuleitungskanäle vermeidet und zweitens die Dampfpfannenfläche eher vermindert als vermehrt und dafür mittelst der früher angegebenen Mittel (also namentlich grosser Menge und Geschwindigkeit der Verdampfungsluft) eine stärkere Produktion auf kleinem Raum hervorbringt.

Bei unsern Dampfpfannen ist ferner die Temperaturdifferenz zwischen der Soole in den Dampfpfannen und den erwärmenden Dämpfen viel zu gering, indem dieselbe nur 11 bis 13 Grade beträgt. Man sollte sie wenigstens auf das Doppelte oder Dreifache steigern. Die Transmission der Wärme geht gut vor sich, indem der Transmissionscoefficient nach der Tabelle im Durchschnitt $\psi = 33$ ist, also gerade doppelt so gross, als der nach Kapitel 2 bestimmte Transmissionscoefficient bei den die Siedpfannen heizenden Feuerungsgasen.

Ein Umstand ist auch noch zu berücksichtigen, der den grossen Wärmeverlust unter den Dampfpfannen erklären hilft, nämlich der Verlust an Dampf während des Ausziehens der Siedpfanne. Dieser Verlust mag bei 12stündigen Auszügen und $1\frac{1}{2}$ stündiger Auszugsarbeit 10% betragen und es wäre demnach der wirkliche Verlust an Wärme unter den Dampfpfannen um etwa 20% geringer, als sich aus der Berechnung ergibt. Immerhin bleibt er aber noch gross genug, um eine vollkommenere Dampfpfannenanlage wünschenswerth zu machen, wie solche nun nach dem Folgenden durch das Rohrfannensystem geboten wird.

Berechnung der Versuche über Ausnützung der Wärme der Siedpfannendämpfe durch die Dampf-
pfannen und Bestimmung des Wärmetransmissionscoefficienten bei den Dampfpfannen.

Saline Wilhelmshall, Siedhaus Nro.		I.	II.	I.	II.	III.	III.
Dauer der Verdampfungsprobe in Tagen		8	8	8	8	4	4
Siedpfannenfläche in Quadratmetern		90	90	90	90	90	90
Dampfpfannenfläche in Quadratmetern		159	155	159	155	84	84
Temperatur der freien Luft		+5,3-1,0	+5,3-1,0	+2,3-1,0	+2,3-1,0	+2,8-1,2	+4,0-0,8
Temperatur der Siedhausluft		20,8-5,5	20,8-5,5	18,5-5,3	18,5-5,3	20,0-5,4	20,0-5,4
Wasserdampfgehalt der Siedhausluft auf 100 Volumtheile trockener Luft		1,33	1,33	1,12	1,12	1,25	1,25
Temperatur der Soole in der Siedpfanne, von mittlen gemessen		88	88	88	89	89	87
Gesättigte Dämpfe beim Abzug von Siedpfanne, Dampfpfanne und Dampfdrörr		66.49.41	66.49.41	68.50.41	68.47.41	68.56.44	65.55.46
Sooltemperatur der Dampfpfannen, Maximum, Minimum und Mittel		51.41.46	47.43.46	51.41.46	49.43.46	52.50.51	50.48.49
Mittlere Temperaturdifferenz zwischen Soole und erwärmendem Dampf der Dampfpfannen		11	11	13	12	11	11
Abzugstemperatur der Dampfpfannendämpfe		31,5-2,8	27,8-2,5	29,9-2,3	26,8-1,5	28,2-1,8	28,2-2,4
Wasserdampfgehalt der Dampfpfannendämpfe		3,80	3,07	3,58	3,16	3,35	3,18
Siedsalz täglich in Pfunden		5388	4850	4925	5112	4900	5087
dto. nach Abzug von 2% Wassergehalt		5280	4753	4826	5010	4802	4985
Dampfsalz täglich in Pfunden		1420	1200	1335	1315	885	815
dto. nach Abzug von 2% Wassergehalt		1392	1176	1308	1289	867	799
Sekundliche Dampfmenge der Siedpfanne in Cubikmetern (= 0,00002mal Salzerzeugniss in R)		0,1056	0,0951	0,0965	0,1002	0,0960	0,0997
Wasserdampfgehalt der Siedpfannendämpfe auf 100 Volumtheile trockener Luft		34,63	34,63	39,09	39,09	39,09	32,62
Sekundliche wasserfreie Luftmenge in Cubikmetern		0,3171	0,2856	0,2541	0,2639	0,2537	0,3178
Ganze sekundliche Dampfmenge in Cubikmetern		0,1098	0,0989	0,0994	0,1032	0,0992	0,1037
Gesamtwärme dieser sekundlichen Dampf- und Luftmenge bei der jeweiligen Abzugstemperatur in Kalorien	bei der Siedpfanne bei den Dampfpfannen bei der Dampfdrörr bei der Siedhaustemperatur	61,829 25,416 17,029 5,949	55,687 22,891 15,338 5,358	55,468 21,418 13,646 4,237	57,608 19,133 14,173 4,401	55,381 29,017 15,830 4,490	58,621 34,528 21,916 5,624

Saline Wilhelmshall, Siedhaus Nro.

	I.	II.	I.	II.	III.	III.
Gesamtwärme des bei Abkühlung auf Siedhaustemperatur bleibenden Condensationswassers	1,723 = 100%	1,552 = 100%	1,434 = 100%	1,489 = 100%	1,501 = 100%	1,549 = 100%
Wärmeabgabe der Dämpfe bei der Abkühlung auf Siedhaustemperatur = 100%	54,157 = 62,2%	48,777 = 62,2%	49,797 = 63,2%	51,718 = 69,1%	49,390 = 48,8%	51,448 = 42,9%
Wärmeabgabe unter den Dampfpfannen ohne die Wärme des abfließenden Condensationswassers	33,708 = 2,9%	30,360 = 2,9%	31,459 = 3,2%	35,731 = 3,2%	24,106 = 2,9%	22,076 = 2,5%
Durch dieses Condensationswasser über der Siedhaustemperatur verloren gehende Wärme	1,545 = 15,0%	1,392 = 15,0%	1,606 = 15,2%	1,635 = 9,3%	1,451 = 25,9%	1,284 = 23,8%
Wärmeabgabe unter der Dampfdörre inclus, das Condensationswasser bis zur Siedhaustemperatur	8,132 = 19,9%	7,323 = 19,9%	7,558 = 18,4%	4,824 = 18,4%	12,796 = 22,4%	12,238 = 30,8%
Wärmeüberführung in's Kamin über der Siedhaustemperatur (Condensationswassertemperatur)	10,772 = 100%	9,702 = 100%	9,174 = 100%	9,528 = 100%	11,036 = 100%	15,851 = 100%
Weitere Wärmeüberführung in's Kamin bis zur freien Lufttemperatur berechnet	4,095	3,688	3,202	3,326	3,311	3,960
Sekundliche Dampfmenge von den Dampfpfannen in Cubikmetern (= 0,00002 Salzerzeugniss in $\bar{u}$)	0,0278	0,0235	0,0262	0,0258	0,0173	0,0160
Sekundliche wasserfreie Luftmenge in Cubikmetern	1,126	1,351	1,065	1,265	0,824	0,829
Sekundlich mitgeführter Wasserdampf dieser Luft in Cubikmetern	0,015	0,018	0,012	0,014	0,010	0,010
Erwärmung dieser Verdampfungsluft und ihres Wasserdampfes in Kalorien Bildung des sekundlich aufgenommenen Wasserdampfes aus Soole von + 10°; Kalorien	3,743	2,938	3,766	3,256	2,097	2,110
Erwärmung des aufgelösten Kochsalzes auf die mittlere Sooltemperatur. Sekundlich wieder frei werdende Wärme durch Krystallisation des Salzes Ganze sekundliche Wärmeconsumtion der Dampfpfannen	13,565 0,161 0,328 17,141	11,445 0,136 0,277 14,242	12,773 0,151 0,308 16,382	12,559 0,149 0,304 15,660	8,427 0,114 0,204 10,434	7,794 0,100 0,188 9,816
Für 1 Kilogramm Kochsalz in der Dampfpfanne nöthige Wärmemenge in Kalorien	2128	2093	2164	2100	2080	2123
Für 1 Kilogramm Kochsalz in der Siedpfanne nöthige Wärmemenge in Kalorien Wärmeconsumtion der Dampfpfannen in Procenten der Wärmeabgabe der Siedpfannendämpfe	1840	1840	1836	1836	1835	1849
Stündliche Wärmetransmission an die Dampfpfannen per Quadratmeter und je 1° Temperaturdifferenz = ψ	50,85%	46,91%	52,1%	43,8%	43,3%	44,5%
Dampfsalzerzeugniss in Procenten des Siedsalzerzeugnisses	35,3 27,10%	30,1 25,70%	28,5 26,36%	30,3 24,74%	40,7 18,06%	38,2 16,02%

Tabelle über die Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft und des zu seiner Sättigung bei 760 Millimeter Barometerstand erforderlichen Wasserdampfes von 0 Grad ausgehend für Temperaturen von 0 bis 100 Grad.

Formel: $W = 1,293187 \cdot 0,2377 t + \frac{d_1}{100} 0,805009 \{606,5 + 0,305 t\}$

W ist die Gesamtwärme, t Temperatur, d_1 Anzahl Kubikmeter Wasserdampf, welche nach der Tabelle zur Sättigung von 100 Kubikmetern bei t Graden und 760 Millimeter Barometerstand erforderlich ist.

t Anzahl Grade.	Anzahl Kilogramme Wasserdampf auf ein Kubikmeter Luft $= \frac{d_1}{100} 0,805009$.	Gesamtwärme eines Kilogramms Wasserdampf von t Graden $= 606,5 + 0,305 t$.	Gesamtwärme des Wasserdampfes auf ein Kubikmeter Luft bei t Graden.	Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft bei t Graden $= 0,3073905 t$.	Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft mit dem zu seiner Sättigung erforderlichen Wasserdampf bei t Graden.
1	0,0053	606,805	3,196	0,307	3,503
2	0,0057	607,110	3,434	0,615	4,049
3	0,0061	607,415	3,686	0,922	4,608
4	0,0065	607,720	3,956	1,230	5,186
5	0,0070	608,025	4,245	1,537	5,782
6	0,0075	608,330	4,551	1,844	6,395
7	0,0080	608,635	4,878	2,152	7,030
8	0,0086	608,940	5,226	2,459	7,685
9	0,0092	609,245	5,596	2,767	8,363
10	0,0098	609,550	5,990	3,074	9,064
11	0,0105	609,855	6,408	3,381	9,789
12	0,0112	610,160	6,853	3,689	10,542
13	0,0120	610,465	7,325	3,996	11,321
14	0,0128	610,770	7,827	4,304	12,131
15	0,0137	611,075	8,359	4,611	12,970
16	0,0146	611,380	8,925	4,918	13,843
17	0,0156	611,685	9,525	5,226	14,751
18	0,0166	611,990	10,160	5,533	15,693
19	0,0177	612,295	10,834	5,841	16,675
20	0,0189	612,600	11,549	6,148	17,697
21	0,0201	612,905	12,306	6,455	18,761

t Anzahl Grade.	Anzahl Kilogramme Wasserdampf auf ein Kubikmeter Luft $\frac{d_1}{100} = 0,805009.$	Gesamtwärme eines Kilogramms Wasserdampf von t Graden $= 606,5 + 0,305 t.$	Gesamtwärme des Wasserdampfes auf ein Kubikmeter Luft bei t Graden.	Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft bei t Graden $= 0,3073905 t.$	Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft mit dem zu seiner Sättigung erforderlichen Wasserdampf bei t Graden.
22	0,0214	613,210	13,108	6,762	19,870
23	0,0228	613,515	13,958	7,070	21,028
24	0,0242	613,820	14,857	7,377	22,234
25	0,0257	614,125	15,809	7,685	23,494
26	0,0274	614,430	16,816	7,992	24,808
27	0,0291	614,735	17,882	8,300	26,182
28	0,0309	615,040	19,010	8,607	27,617
29	0,0328	615,345	20,203	8,915	29,118
30	0,0349	615,650	21,463	9,222	30,685
31	0,0370	615,955	22,797	9,529	32,326
32	0,0393	616,260	24,207	9,837	34,044
33	0,0417	616,565	25,697	10,144	35,841
34	0,0442	616,870	27,272	10,452	37,724
35	0,0469	617,175	28,936	10,759	39,695
36	0,0497	617,480	30,694	11,066	41,760
37	0,0527	617,785	32,553	11,374	43,927
38	0,0558	618,090	34,516	11,681	46,197
39	0,0592	618,395	36,592	11,989	48,581
40	0,0627	618,700	38,784	12,296	51,080
41	0,0664	619,005	41,101	12,603	53,704
42	0,0703	619,310	43,550	12,910	56,460
43	0,0745	619,615	46,137	13,218	59,355
44	0,0788	619,920	48,873	13,525	62,398
45	0,0835	620,225	51,763	13,833	65,596
46	0,0883	620,530	54,822	14,140	68,962
47	0,0935	620,835	58,054	14,447	72,501
48	0,0990	621,140	61,471	14,755	76,226
49	0,1047	621,445	65,090	15,062	80,152
50	0,1108	621,750	68,918	15,370	84,288
51	0,1173	622,055	72,970	15,677	88,647

t Anzahl Grade.	Anzahl Kilogramme Wasserdampf auf ein Kubikmeter Luft $\frac{d_1}{100} = 0,805009.$	Gesamtwärme eines Kilogramms Wasserdampf von t Graden $= 606,5 + 0,305 t.$	Gesamtwärme des Wasserdampfes auf ein Kubikmeter Luft bei t Graden.	Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft bei t Graden $= 0,3073905 t.$	Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft mit dem zu seiner Sättigung erforderlichen Wasserdampf bei t Graden.
52	0,1241	622,360	77,262	15,985	93,247
53	0,1314	622,665	81,806	16,292	98,098
54	0,1391	622,970	86,630	16,600	103,230
55	0,1472	623,275	91,740	16,907	108,647
56	0,1558	623,580	97,161	17,214	114,375
57	0,1650	623,885	102,913	17,522	120,435
58	0,1747	624,190	109,031	17,829	126,860
59	0,1850	624,495	115,526	18,136	133,662
60	0,1960	624,800	122,442	18,443	140,885
61	0,2077	625,105	129,802	18,750	148,552
62	0,2201	625,410	137,642	19,058	156,700
63	0,2333	625,715	146,009	19,365	165,374
64	0,2475	626,020	154,939	19,673	174,612
65	0,2626	626,325	164,479	19,980	184,459
66	0,2788	626,630	174,694	20,288	194,982
67	0,2961	626,935	185,639	20,595	206,234
68	0,3147	627,240	197,388	20,903	218,291
69	0,3347	627,545	210,005	21,210	231,215
70	0,3561	627,850	223,594	21,517	245,111
71	0,3793	628,155	238,243	21,824	260,067
72	0,4043	628,460	254,068	22,132	276,200
73	0,4313	628,765	271,206	22,439	293,645
74	0,4607	629,070	289,801	22,747	312,548
75	0,4926	629,375	310,035	23,054	333,089
76	0,5274	629,680	332,108	23,361	355,469
77	0,5655	629,985	356,279	23,669	379,948
78	0,6073	630,290	382,790	23,976	406,766
79	0,6534	630,595	412,012	24,284	436,296
80	0,7043	630,900	444,335	24,591	468,926
81	0,7609	631,205	480,264	24,898	505,162

t Anzahl Grade.	Anzahl Kilogramme Wasserdampf auf ein Kubikmeter Luft $\frac{d_1}{100} = 0,805009.$	Gesamtwärme eines Kilogramms Wasserdampf von t Graden $= 606,5 + 0,305 t.$	Gesamtwärme des Wasserdampfes auf ein Kubikmeter Luft bei t Graden.	Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft bei t Graden $= 0,3073905 t.$	Gesamtwärme eines Kubikmeters Luft mit dem zu seiner Sättigung erforderlichen Wasserdampf bei t Graden.
82	0,8240	631,510	520,367	25,206	545,573
83	0,8949	631,815	565,432	25,513	590,945
84	0,9751	632,120	616,354	25,821	642,175
85	1,0662	632,425	674,295	26,128	700,423
86	1,1707	632,730	740,764	26,435	767,199
87	1,2918	633,035	817,768	26,743	844,511
88	1,4335	633,340	907,883	27,050	934,933
89	1,6014	633,645	1014,71	27,358	1042,07
90	1,8034	633,950	1143,27	27,665	1170,94
91	2,0510	634,255	1300,83	27,972	1328,80
92	2,3610	634,560	1498,20	28,280	1526,48
93	2,7605	634,865	1752,51	28,587	1781,10
94	3,2940	635,170	2092,23	28,895	2121,13
95	4,0421	635,475	2568,68	29,202	2597,88
96	5,1659	635,780	3284,35	29,509	3313,86
97	7,0416	636,085	4479,09	29,817	4508,91
98	10,7997	636,390	6872,74	30,124	6902,86
99	22,1131	636,695	14079,27	30,432	14109,70
100	∞	637,000	∞	30,739	∞

Dreizehntes Kapitel.

Vorwärmeapparate durch Dampf geheizt.

Nachdem im Vorhergehenden die Ausnutzung der Siedpfannenndämpfe durch die Dampfpfannen und Dampftrocknungen untersucht wurde, ist es am Platz, Einiges über die Benutzung des Dampfes zum Vorwärmen der Soole anzuführen. Das Vorwärmen

der Soole geschieht nur sehr selten, so sehr es auch dem ersten Anschein nach zweckmässig scheint, dass das durch seine niedrige Anfangstemperatur zur Wärmeaufnahme aus abziehendem Dampf oder Rauch so geeignete Material der frischen Soole zur Ersparung von Brennmaterial benützt würde, ehe es in die Sied- oder Dampfpfanne gelangt. Seit langer Zeit sind immer wieder da und dort Anfänge zum Vorwärmen der Soole gemacht und wieder verlassen worden. In Betreff der Benützung des Rauchs zum Vorwärmen besteht wohl ein Haupthinderniss darin, dass namentlich bei höherer Temperatur des abziehenden Rauchs der Einfluss der Temperatur der Soole ein verhältnissmässig geringer ist, so zwar, dass man nicht viel weniger Wärme mittelst einer gewissen Heizfläche durch einfache Salzerdampfung gewinnt, als mittelst derselben zur Vormärmung der Soole benützten Heizfläche. Beim abziehenden Dampf besteht andererseits das Hinderniss darin, dass derselbe in der Regel eine zu niedrige Temperatur hat, namentlich wenn er vorher bereits zur Dampfsalzbildung diente. Würde der Dampf mit solch niedriger Temperatur benützt zur Heizung von Soole in gewöhnlichen flachen Pfannen, so wäre die Temperaturerhöhung dieser Soole so gering, dass sich die Einrichtung des Vorwärmens nicht mehr lohnen würde, als der Betrieb einer eben so grossen Dampfpfanne, wogegen das Vorwärmen mehr Aufmerksamkeit erfordert, als der Betrieb der Dampfpfannen. Ganz anders gestaltet sich dagegen die Sache, sobald man für den Zweck der Soolerwärmung von den grossen flachen Heizgefässen Umgang nimmt und die in der neueren Technik in tausend anderen Formen angewandten Röhrenheizapparate zur Verwendung bringt. Wenn es sich nicht lohnen würde, eine vielleicht 50 und mehr Quadratmeter grosse Pfanne zur Vormärmung der Soole aufzustellen, so dürfte es sich dagegen lohnen, einen kleinen hölzernen Soolkasten zu benützen, der etwa den 5. Theil dieses Raumes einnähme und mit so vielen Heizröhren versehen wäre, um nahezu dieselbe Fläche in einer für die Heizung der Soole viel günstigeren Weise darzubieten, während der Wärmeverlust nach aussen beinahe auf Null reducirt ist.

Nehmen wir das im vorigen Kapitel angeführte Beispiel von der zweiten Verdampfungsprobe im Siedhaus Nr. III in Wilhelms-hall. Wir erzeugen hier in einer 84 Quadratmeter grossen Dampfpfanne 15% Dampfsalz. Durch Aufstellung einer zweiten Dampf-

pfanne von etwa 70 Quadratmetern würden wir nach dem Beispiele der andern Siedhäuser nahezu 10% mehr an Dampfsalz erzielen. Stellen wir statt dessen hinter der Dampfpfanne einen Vorwärmapparat auf, so können wir diess thun, ohne den grossen, zu einer 2. Dampfpfanne erforderlichen Raum zur Verfügung zu haben, sowie ohne die Wärme des Dampfes zu verschwenden, indem mit ganz geringem Verlust alle Wärme, die dem Dampf im Apparat entzogen wird, wirklich auf die Soole übergeht und nicht durch grosse Herdanlagen und Kanäle zum grösseren Theil nach aussen weggeleitet wird. Ferner benützen wir auch die Wärme des Condensationswassers wenigstens theilweise. Wir wollen nun sehen, wie viel Wärme der Apparat bei vorliegendem Beispiel ersparen oder nutzbar machen würde. Der von der Dampfpfanne abziehende Dampf hat 55° und die Minimaltemperatur der Dampfpfanne war 48°. Wir können die Soole im Heizapparat auf 45° erwärmen, wobei der Dampf mit noch mindestens 50° vom Heizapparat abzieht. Die ursprüngliche Temperatur der Soole, wie wir sie allen Berechnungen zu Grunde legen, ist 10°. Die Erwärmung derselben beträgt somit 35°. Diese Wärmemenge beträgt auf 1 Kilogramm erzeugtes Kochsalz = $2,774 \times 35 + 0,55 \times 35 = 116,5$ Wärmeeinheiten. Die Erdampfung erfordert in der Siedpfanne 1851,2 Wärmeeinheiten, in der Dampfpfanne etwa 2300,0 Wärmeeinheiten per Kilogramm. Benützen wir somit die

vorgewärmte Soole für beide Pfannen, so ersparen wir $\frac{116,5}{1851,2}$ oder 6,3% von der in der Siedpfanne verbrauchten Wärme. Ferner $\frac{116,5}{2300,0}$ oder 5,0% von der in der Dampfpfanne verbrauchten

Wärme, oder $\frac{16 \times 5,0}{100} = 0,8\%$ von der Siedpfanne. Zusammen gibt diess 7,1%. Auf 100 Theile in der Siedpfanne consumirter Wärme werden 6,3 Theile durch die Vorwärmung geliefert und 93,7 Theile sind durch die Feuerung zu liefern. Ferner werden

in der Dampfpfanne $\frac{0,8 \times 100}{93,7} = 0,9$ Theile mehr durch

Vorwärmung erzeugt auf je 100 Theile durch Feuerung in der Siedpfanne erzeugten Salzes. Ebenso steigt das Erzeugniss an Dampfsalz durch die direkte Heizung der Dampfpfanne mittelst der durchziehenden Dämpfe im Verhältnisse von 93,7 zu 100,0

oder von 15,0 % auf 16,0 %. Diess ist der Fall, weil der in der Siedpfanne ohne Brennmaterial durch Hilfe des Vorwärmers erzeugte Dampf auch wieder Dampfsalz erzeugt. Auf 100 Theile durch Heizung erzeugtes Siedsalz werden $\frac{6,3 \times 100,0}{93,7}$ Theile = 6,7 Theile Siedsalz durch Vorwärmen erzeugt. Die 100 Theile durch Heizung erzeugten Siedsalzes geben 15 % oder 15 Theile Dampfsalz und die 6,7 Theile durch Vorwärmen erzeugten Siedsalzes geben $\frac{15 \times 6,7}{100} = 1,0$ Theile Dampfsalz, zusammen also obige 16,0 %. Mit Anwendung des Vorwärmers erhalten wir aus demselben Quantum Brennmaterial, das vorher 100 Theile Siedsalz und 15 Theile Dampfsalz lieferte, nunmehr 106,9 Theile Siedsalz und 16,9 Theile Dampfsalz: im ersten Fall ohne den Soolvorwärmer 115 Theile und im 2. Fall 123,6 Theile oder 8,6 Theile mehr. Diesen Gewinn von 8,6 % durch Anlage einer zweiten Dampfpfanne zu erzielen, würde eine Pfanne von wenigstens 60 Quadratmetern erfordern. Bei Anwendung eines Vorwärmers mit Rohrheizung kommen wir dagegen nicht nur mit viel geringerer Heizfläche der Röhren aus, sondern der Apparat nimmt auch sehr wenig Raum in Anspruch. Ohne weiter eine ausführliche Berechnung anzustellen, möchte ich nur angeben, dass bei Annahme des Transmissionscoefficienten $\psi = 40,0$ und der mittleren Temperaturdifferenz von 18° eine Heizfläche von 20 Quadratmetern erforderlich ist. Wir machen nun einen hölzernen Vorwärmkasten 2 Meter lang, 2 Meter breit, 1 Meter hoch. In diesem Kasten sind 40 Röhren von je 2 Meter Länge in 4 horizontalen Lagen von je 10 Stück übereinander. Der Röhrendurchmesser 0,075 Meter, der Umfang circa $\frac{1}{4}$ Meter. Dieser gäbe gerade 20 Quadratmeter. Die frische Soole wird am Boden eingelassen und oben erwärmt abgezogen. An den Röhren sich ansetzender jedoch salzfreier Stein fällt von selbst ab und würde mit der Zeit den Apparat anfüllen. Desshalb ist zwischen den Röhren am Besten in der Mitte (nicht an den Seiten) ein Raum frei zu lassen, durch welchen man während Stillstands den 0,25 Meter hohen Raum zwischen der tiefsten Röhrenlage und dem Gefässboden bequem und vollständig reinigen kann. Dieser Zwischenraum kann 0,5 Meter breit gemacht werden, während die einzelnen Röhren je um Rohrdicke von einander abstehen. Der Fas-

sungsraum des beschriebenen Vorwärmeapparates ist so gross, dass nach Abzug des Inhalts der Röhren so viel Soole darin stehen kann, als auf einen 12stündigen Auszug der Siedpfanne gebraucht wird. Da man dieses Quantum nicht mit einem Male vollständig einzulassen braucht, sondern jedenfalls ein gutes Theil Soole constant in die Siedpfanne fliessen lassen kann, so wäre der Fassungsraum nicht zu klein und es könnte immerhin systematische Erwärmung der Soole stattfinden.

Vierzehntes Kapitel.

Über die Löslichkeit des Kochsalzes bei verschiedenen Temperaturen nach Versuchen mit Soole von Wilhelmshall bei Rottweil*).

Da über den Salzgehalt einer reinen wässerigen Kochsalzlösung abweichende Angaben existiren und sich überdiess ein anderes Verhalten der unreinen Kochsalzlösung unserer Soolen gegenüber der reinen Lösung im Voraus annehmen lässt, so habe ich mit der hiesigen Soole eine Reihe von Proben ausgeführt, aus welchen der Zusammenhang zwischen Temperatur und Salzgehalt der gesättigten Lösung ermittelt werden konnte. Ich nahm die zu den Proben bestimmte heisse Soole unmittelbar aus den Abdampfpfannen und konnte desshalb, da der Gehalt an fremden Salzen bei diesen je nach der Betriebszeit wechselte, nicht den ganzen Salzgehalt unmittelbar, sondern nur den überschüssigen Salzgehalt im Vergleich zur kalten Soole bestimmen, indem ich letzteren bei langsamer Abkühlung der in grosse Flaschen gefüllten Proben durch Krystallisation erhielt. Das Füllen der Flaschen geschah durchweg erst längere Zeit nach dem Einlassen der frischen Soole in die Siedpfanne, nachdem schon viel neues Salz gebildet und die Soole sicher gesättigt war. Bei langsamer Abkühlung krystallisirte das Salz am Boden der Flasche in Centimeter langen, schön gruppirten Nadeln von Würfeltextur. Um eine ganz bestimmte Abkühlungstemperatur zu erhalten und der

*) Aus dem Berggeist Nro. 54 und 59, Jahrgang 1866.

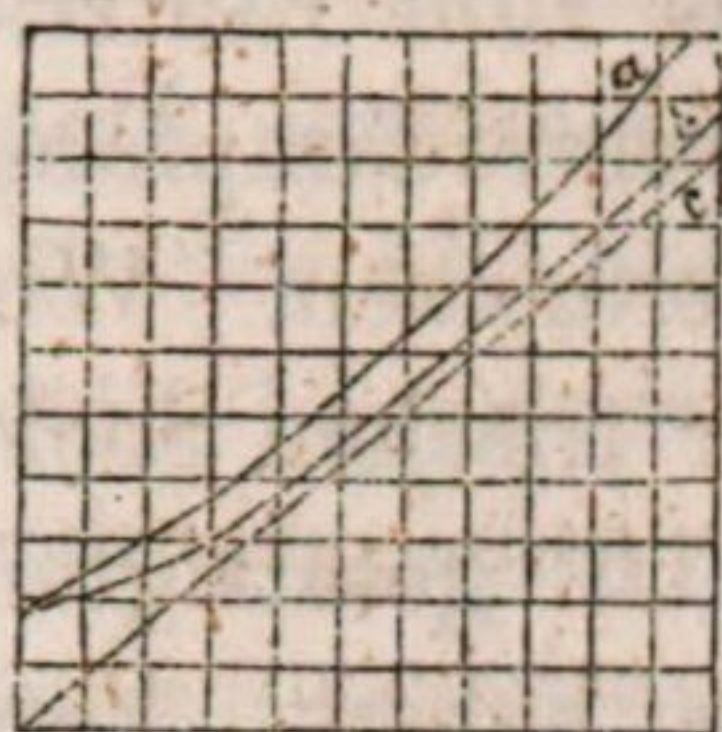
vollständigen Krystallisation sicher zu sein, wurden die auf Lufttemperatur abgekühlten Flaschen noch in ein grosses Soolenreservoir gestellt, in welchem sie zwei Tage lang bei noch niedrigerer constanter Temperatur erhalten wurden. Um mittelst derselben Methode den Gehalt der Siedpfannensoole auch bei niedrigeren als den in der Pfanne vorkommenden Temperaturen bestimmen zu können, füllte ich durch einen Heber eine grosse Kufe mit Soole aus der Siedpfanne und nahm während des langsamen Erhaltens Soolproben aus der Kufe. Durch Abdampfen eines abgewogenen Quantums von der nach vollständiger Krystallisation zurückbleibenden Soole und durch Wägen des bei 200° Cels. getrockneten Rückstandes erhielt ich den jedesmaligen Salzgehalt dieser Soole. Zur Bestimmung des auskrystallisirten Salzes wurden die Krystalle in einer Schale gesammelt und zuerst nass und hernach trocken gewogen. Aus dem Gewichtsverluste wurde, nach dem aus der Verdampfungsprobe bekannten Salzgehalte, das Gewicht des an die Krystalle aus der adhärenden Soole angetrockneten Salzes bestimmt und durch Abzug desselben das Gewicht des wirklich auskrystallisirten chemisch reinen Kochsalzes erhalten. Nachstehende Zusammenstellung enthält die Resultate von 30 verschiedenen Proben. Es ist in derselben je die Temperatur der warmen und der abgekühlten und der procentische Salzgehalt der warmen und der abgekühlten Soole angegeben und ausserdem noch die auf 10° Abkühlungstemperatur reducirte Temperatur der warmen Soole und der auf $26,65\%$ schliesslichen Salzgehaltes reducirte Salzgehalt der warmen Soole. Aus diesen reducirten Temperaturen und Salzgehalten wurde die in der Figur (S. 75) gegebene graphische Darstellung der Löslichkeit abgeleitet. Die Reduktion des Salzgehaltes der warmen Soolproben auf den mittleren Salzgehalt von $26,65\%$ der abgekühlten Proben erfolgte wie auch die Reduktion der Temperaturen einfach durch Addition und Subtraction der Differenzen und es wird dieses Verfahren sofort durch das Resultat der Zusammenstellung gerechtfertigt, indem sich herausstellt, dass Soolen von verschiedenem schliesslichen Salzgehalt, d. h. verschiedenen Quantitäten beigemengter fremder Salze ganz dieselbe Zunahme der Löslichkeit mit der Temperatur haben.

Nummer der Proben.	Temperatur der warmen Soole.	Temperatur der abgekühlten Soole.	Salzgehalt der abgekühlten Soole.	Salzgehalt der warmen Soole.	Auf 10° Abkühlungstemperatur reducirte Temperatur der warmen Soole.	Auf 26,65% schliesslichen Salzgehalt reducirter Salzgehalt der warmen Soole.
1	91,9	10,8	26,60	28,37	91,1	28,42
2	91,7	10,6	26,60	28,33	91,1	28,38
3	84,6	10,4	26,63	28,21	84,2	28,23
4	82,9	9,7	26,62	28,16	83,2	28,19
5	82,9	10,1	26,60	28,17	82,8	28,22
6	83,3	11,1	26,60	28,05	82,2	28,10
7	83,3	11,1	26,60	28,05	82,2	28,10
8	75,2	10,8	26,60	27,96	74,4	28,01
9	74,9	10,9	26,60	27,95	74,0	28,00
10	73,1	9,5	26,62	27,86	73,6	27,89
11	61,5	10,6	26,60	27,52	60,9	27,57
12	53,9	10,8	26,64	27,42	53,1	27,43
13	41,3	10,8	26,64	27,08	40,5	27,09
14	36,0	10,8	26,64	26,93	35,2	26,94
15	85,5	10,3	26,65	28,23	85,2	28,23
16	70,2	10,4	26,65	27,82	69,8	27,82
17	43,0	10,3	26,65	27,24	42,7	27,24
18	21,7	10,1	26,69	26,84	21,6	26,80
19	21,7	10,1	26,69	26,83	21,6	26,79
20	97,1	9,5	26,66	28,53	97,6	28,52
21	60,2	10,0	26,75	27,70	60,2	27,60
22	60,2	10,2	26,75	27,70	60,0	27,60
23	54,2	10,0	26,75	27,52	54,2	27,42
24	48,2	9,8	26,76	27,36	48,4	27,25
25	44,4	9,8	26,76	27,27	44,6	27,16
26	39,9	9,8	26,76	27,16	40,1	27,05
27	51,0	9,8	26,66	27,36	51,2	27,35
28	50,0	9,8	26,66	27,36	50,2	27,35
29	41,1	10,5	26,66	27,13	40,6	27,12
30	41,1	10,5	26,66	27,11	40,6	27,10

Die Proben 1 bis 14 sind alle vom Anfang der Werke entnommen. Die Soole hat am wenigsten fremde Salze und ihr Gehalt im abgekühlten Zustande schwankt zwischen 26,60 und 26,64‰. Die Proben 15—19 sind aus der Mitte eines Werks nach 25tägigem Betriebe der Siedpfanne. Nro. 20 bis 26 sind am Schlusse eines 60tägigen Werks bei der stärksten vorkommenden Concentration entnommen. Ihr Gehalt geht desshalb im abgekühlten Zustande bis zu 26,76‰. Nichtsdestoweniger ist aber die Zunahme des Gehalts in höherer Temperatur ganz dieselbe, wie bei der frischen Soole. Die letzten 4 Proben sind den Dampfpfannen entnommen und harmoniren ebenfalls mit den übrigen. Es konnten somit ohne Anstand alle Resultate nach ihrer Reduction auf gleiche schliessliche Abkühlungstemperatur und gleichen Salzgehalt zu einer und derselben graphischen Darstellung benutzt werden. Aus dieser graphischen Darstellung ergibt sich nun folgende Scala für den Salzgehalt der hiesigen Soole von 0 bis 110° Celsius.

Temperatur	Salzgehalt	Temperatur	Salzgehalt
0°	26,53‰	60°	27,61‰
5°	26,59	65	27,74
10	26,65	70	27,87
15	26,71	75	28,00
20	26,78	80	28,13
25	26,85	85	28,26
30	26,93	90	28,39
35	27,02	95	28,52
40	27,12	100	28,65
45	27,23	105	28,78
50	27,35	109	28,90
55	27,48	110	28,91

So unabhängig nun auch das Löslichkeitsverhältniss von dem Gehalt der Soole an fremden Salzen wenigstens innerhalb der bei unserem Siedebetrieb vorhandenen Grenzen zu sein scheint, so verschieden ist dennoch im Ganzen unser Resultat von demjenigen, welches Andere für die reine Kochsalzlösung angegeben haben. Zur Vergleichung sind auf unserer graphischen Darstellung die Resultate von Karsten (Salinenkunde 2. Abth.) und die von Gay Lussac (nach des Letztern Formel $y = 0,04768x + 35,15$, wobei y die von 100 Th. Wasser aufgelöste Kochsalzmenge und x die



Temperatur in Celsius bezeichnet) beigegeben, welche, obgleich im ganzen Salzgehalt stark differirend, ziemlich dieselbe Zunahme der Löslichkeit zeigen. Es beträgt z. B. von 10 bis 100° die Zunahme der Löslichkeit bei Karsten 29,12—26,70 = 2,42% und bei Gay Lussac 28,53—26,27 = 2,26%. Bei der Soole von Wilhelmshall dagegen nur 28,65 — 26,65 = 2,00%. Von 10 bis 50° beträgt die Zunahme des Salzgehalts bei beiden ersten 0,90 und 1,02, dagegen bei unserer Soole 0,70%. Die Zunahme der Löslichkeit ist somit bei unserer Soole eine ziemlich geringere, als bei den reinen Kochsalzlösungen. Der grosse Einfluss, welchen die veränderliche Löslichkeit des Kochsalzes bei verschiedener Temperatur auf unsern ganzen Siedereibetrieb ausübt, wird hierdurch übrigens nicht wesentlich afficirt. Es soll dieser Einfluss nun im Folgenden näher betrachtet werden.

Während die früher gebräuchliche Concentration und Reinigung der gradirten Soolen durch einen besondern Störprozess bei den jetzt zur Versiedung kommenden vollhaltigen und reinen Bohrlochsoolen aufgehört hat, ist gleichsam als Überbleibsel wenigstens ein kurzer Störprozess beibehalten worden, der in einer sehr starken und raschen Erhitzung der Soole nach jedesmaligem neuen Einlassen besteht. Dieses Erhitzen hat mit der Reinigung der Soole absolut Nichts zu schaffen und einfach den Zweck, der frisch zugelassenen, mit der in der Pfanne verbliebenen vermischten Soole die nothwendige Temperatur und zugleich den dieser höhern Temperatur entsprechenden Sättigungsgrad zu ertheilen. Die Erhöhung der Temperatur geht hierbei in der Regel der Sättigung bedeutend voran und es bildet sich desshalb während des Störens wenig oder gar kein Salz, auch nachdem schon lange so viel Wasser verdampft ist, als zur Sättigung der frischen Soole bei gewöhnlicher Temperatur erforderlich gewesen wäre. Erst wenn das Maximum der Temperatur, entweder Siedhitze oder auch nur wie in Wilhelmshall 95° (bei den vordern Ecken gemessen) erreicht worden ist und die Soole wieder zu erkalten anfängt in Folge Nachlassens mit der Feuerung, beginnt die ungestörte Salzbildung, indem jetzt die Soole den ihrer Temperatur zukommenden Sättigungsgrad angenommen hat und die durch Verdampfung an der Oberfläche frei werdenden Salztheilchen nicht wieder von

der Flüssigkeit aufgelöst werden können. Die bis zum Eintritt der regelmässigen Salzbildung erforderliche Wasserverdampfung berechnet sich nach hiesigen Verhältnissen folgendermassen. Wir nehmen den bei 200° zu erhaltenden Salzgehalt der frischen Soole zu $26,4\%$ an, während wir den Gehalt der bei 10° gesättigten frischen Soole im Minimum zu $26,60\%$ gefunden haben. Ferner sei die Maximaltemperatur der Soole $= 95^{\circ}$ und damit der höchste Sättigungsgrad nach unserer Scala $= 28,52\%$. Zur vollständigen Abdampfung von 100 Gramm frischer Soole ist alsdann eine Verdampfung von $100 - 26,40 = 73,60$ Gramm Wasser erforderlich, während die Verwandlung von 100 Grad Soole von $26,40\%$ in solche von $28,52\%$ eine Verdampfung von $73,60 - 26,40 \frac{100 - 28,52}{28,52} = 7,43$ Gramm erfordert. Zu letzterer

kommt aber noch die für die Concentration des in der Pfanne verbliebenen Soolenquantums auf den gleichen Sättigungspunkt von 95° erforderliche Verdampfung. Nimmt man an, dass diese Soole bis vor dem Zutritt der frischen Soole auf 75° abgekühlt war und ihre Masse eine 4mal grössere sei, als die der frischen Soole, so haben wir 400 Gramm Soole von $28,00\%$ Salzgehalt in solche von $28,52\%$ Salzgehalt zu verwandeln, was der Verdampfung von $4 \left(72,00 - 28,00 \frac{100 - 28,52}{28,52} \right) = 7,33$ Gr. entspricht. Diess zu obigen 7,43 Gramm gerechnet, gibt eine Verdampfung von 14,76 Gramm gegen 73,60 Gramm, die zur vollständigen Verdampfung erforderlich sind. Die zur Concentration der Soole bei 95° , also bis zum Beginn der ungestörten Salzbildung erforderliche Verdampfung beträgt somit $\frac{14,76}{73,60}$ oder 20%

von der im Ganzen erforderlichen. Bei 12stündigen Auszügen würde demnach, gleichmässige Verdampfung vorausgesetzt, eine Zeit von 2,4 Stunden zur Concentration erforderlich sein. In Wirklichkeit wird aber diese Zeit noch überschritten, indem bei uns bei Anwendung von Steinkohlen und langen Feuergewölben während der verhältnissmässig langsamen Erhitzung der Soole schon ein erhebliches Quantum Salz vor beendeter Concentration gebildet wird und das Stören 3 bis 4 Stunden beansprucht. Sobald das Maximum der Temperatur erreicht ist, wird, wie bereits bemerkt, durch Hemmung des Zugs das Feuer sofort gemässigt, da

ein Kochen der bereits gesättigten Soole die Bildung von Pfannen-stein zur unmittelbaren Folge haben müsste. Je höher die Temperatur ist, auf welche die Soole erhitzt wird, desto grössere Vorsicht ist anzuwenden, um die Mässigung des Feuers zur rechten Zeit eintreten zu lassen und zwar soll diess stets einige Zeit vor ganz beendigter Concentration geschehen.

Beim Betrieb mit Holz geht die Erwärmung der Soole ungleich rascher vor sich, als bei unsern Steinkohlenfeuerungen. Auf der Nachbarsaline Dürrheim, die nur Holz und Torf auf ganz freien, nicht überwölbten Rosten verbrennt, werden z. B. die Pfannen bei 24stündigen Auszügen schon in 3—4 Stunden nach dem Einlassen zum vollständigen Aufkochen gebracht und die Temperatur eine Zeit lang so hoch gehalten, dass die Soole an den vordern Ecken immer noch 104° Cels. zeigt. Bei dieser raschen Erhitzung, welche an sich für die Brennmaterialersparniss nichts weniger als günstig ist, indem die Gase während des Störens mit mehr als 200 Graden vom Siedpfannenherd abziehen, geht die Erhöhung der Temperatur der der Sättigung bei Weitem voran, so dass der Siedpunkt schon erreicht sein kann, wenn der Sättigungsgrad der Soole noch einer Temperatur von vielleicht 70° entspricht. Es ist desshalb ohne Anstand ein förmliches Sieden der Soole bis zu fusshohem Aufwerfen von Blasen thunlich. Noch vor erreichter Concentration wird mit dem Kochen plötzlich aufgehört und bis zum nächsten Auszuge nur noch ein ganz schwaches Feuer erhalten, so dass die Soole erst während des Erkalstens vollständig gesättigt wird und auch nach eingetretener Sättigung kein Aufbrennen von Salz mehr stattfinden kann. Am Schlusse der Siedwerke zeigen sich die Pfannen so gut wie ganz frei von Pfannenstein. Während des schwachen (Sogg-)Feuers erniedrigt sich die Temperatur der Soole hier wie in Dürrheim auf 80° und darunter bis zum folgenden Auszuge. Aus Rücksicht für die Verdampfung sollte man die Temperatur der Soole nicht gar zu sehr sinken lassen. Aus unserer Löslichkeitsscala geht hervor, dass eine so weit abgekühlte Soole sich gegen die Feuerung wie eine nicht gesättigte Soole verhalten muss und ohne dass Pfannenstein entsteht, wieder leicht ein stärkeres Feuer ertragen kann. Für alle Fälle wird es gut sein, sich mit der Feuerung wie nach der Temperatur so noch viel mehr nach dem nicht immer von der Temperatur abhängigen Salzgehalt der Soole zu richten.

Fortsetzung. Löslichkeit des Kochsalzes bei verschiedenen Temperaturen in einer stark Chlorcalciumhaltigen Soole.

Die vorhergehenden Versuche haben gezeigt, dass bei der Soole von Wilhelmshall die Löslichkeitsdifferenz zwischen höheren und niederen Sättigungstemperaturen nicht merklich geändert wurde, nachdem die Soole längere Zeit in der Pfanne versotten und dadurch an fremden Beimischungen reicher gemacht war. Es hat diess wohl seinen Grund darin, dass die hiesige Soole überhaupt ausser einem halben Procent schwefelsauren Kalk nur Spuren fremder Salze enthält und sich bis zum Ende der Siedwerke in der Mutterlauge nur etwa ein Procent Chlorcalcium und Chlormagnium ansammeln kann, während die Quantität des gelösten Gypses eine etwas geringere wird.

Da häufig von dem Einfluss fremder Salze auf die Krystallisation des Chlornatriums die Rede ist, und ich mich durch Versuche selbst überzeugt habe, dass die Gegenwart von 1 % Chlorcalcium in der Soole einen äusserst günstigen Einfluss auf die Krystallisation des Kochsalzes an der Oberfläche in den Siedpfannen ausübt, so war es mir interessant, noch einmal besondere Versuche über die Löslichkeit des Kochsalzes anzustellen, bei Gegenwart eines grösseren Quantum Chlorcalcium in der Soole. Zu dem Ende versetzte ich 60 Liter von hiesiger Soole mit 4 % Chlorcalcium, filtrirte vom entstandenen Gypsniederschlag ab und erhitzte die Lösung in einem eisernen Kessel, bis sie siedend gesättigt war. Während des langsamen Erhaltens der gesättigten Flüssigkeit nahm ich wie früher Proben in Flaschen und liess das Salz in diesen bei einer constanten Temperatur von 13° vollständig auskrystallisiren. Die Wägung des auskrystallisirten Salzes, sowie die Bestimmung des ganzen trockenen Salzgehalts der von der Krystallisation rückständigen Soole war nur insofern eine andere, als diessmal vor dem Trocknen der Krystalle und der Lösungen ein bestimmtes Gewicht wasserfreien schwefelsauren Natrons zugesetzt und dieses Gewicht nachher wieder in Abzug gebracht wurde. Das schwefelsaure Natron setzte sich mit dem vorhandenen Chlorcalcium in schwefelsauren Kalk und Chlornatrium um und ermöglichte dadurch ein vollständiges Trocknen des Rückstandes bei etwas über 200° Cels.

Der ganze Salzgehalt der gesättigten Chlorcalcium-haltigen Lösung betrug nun

bei	0°	.	.	26,5	%
„	10°	.	.	26,6	„
„	50°	.	.	27,4	„
„	70°	.	.	28,0	„
„	80°	.	.	28,3	„
„	90°	.	.	28,6	„

Auf 100 Theile Wasser waren constant bei jeder Temperatur $5\frac{1}{2}$ Theile Chlorcalcium und Spuren anderer Salze gelöst.

Es ist demnach der Gehalt an

	Chlor- natrium.	Chlorcal- cium etc.	ganzem trockenem Rückstand.
bei	0° = 30,56	5,50	36,06
„	10° = 30,74	5,50	36,24
„	50° = 32,24	5,50	37,74
„	70° = 33,39	5,50	38,89
„	80° = 33,97	5,50	39,47
„	90° = 34,57	5,50	40,07

Der Procentgehalt der Lösung berechnet sich hieraus folgendermassen

	Chlor- natrium.	Chlorcal- cium etc.	Ganzer trockener Rückstand.
bei	0° 22,46 %	4,04 %	26,5 %
„	10° 22,56 „	4,04 „	26,6 „
„	50° 23,41 „	3,99 „	27,4 „
„	70° 24,04 „	3,96 „	28,0 „
„	80° 24,36 „	3,94 „	28,3 „
„	90° 24,68 „	3,92 „	28,6 „
Differenz	2,22 %	0,12 %	2,1 %

Von 0° bis 90° beträgt hiernach die Löslichkeitsdifferenz für die ganze gelöste Salzmasse 2,1 %. Bei der Soole von Wilhelms-hall beträgt sie nach der früheren Tabelle $28,39 - 26,53 = 1,86$ %. Die Differenz der Löslichkeit des Kochsalzes ist somit bei Gegenwart von 4 % Chlorcalcium $\frac{1}{6}$ grösser, als bei der gewöhnlichen Bohrlochsoole. Dieser Unterschied ist nicht sehr bedeutend und es rührt gewiss nicht von ihm allein der grosse Einfluss des Chlorcalciums auf die Krystallisation des Kochsalzes an der Oberfläche her. Derselbe scheint in anderer Weise durch die

Zwischenlagerung der bei der Krystallisation des Kochsalzes indifferent bleibenden Chlorcalciumtheile bedingt zu werden.

Was die Löslichkeit des Kochsalzes überhaupt betrifft, so hat diese durch die Gegenwart des Chlorcalciums bedeutend abgenommen, indem, das Chlorcalcium abgerechnet, bei 0° auf 100 Theile Wasser nur noch 30,56 Theile Chlornatrium gelöst bleiben, während in der Wilhelmshaller Bohrlochsoole bei 0° (allerdings einschliesslich der wenigen Beimischungen) 36,11 Theile Salz gelöst sind. Es rührt dieser grosse Unterschied wohl davon her, dass das Chlorcalcium mit einem nahezu gleichen Gewicht Krystallwasser verbunden ist und dieses der Lösung entzieht. Ausserdem wird die gesammte Salzmenge, das Krystallwasser des Chlorcalciums zugerechnet, bedeutend grösser. Fehling's Analysen concentrirter Mutterlaugen mit bedeutendem Gehalt an zerfliesslichen Salzen ergeben in Uebereinstimmung mit obigem Resultat auch ungefähr dieselbe trockene Salzmenge wie seine Analysen frischer Bohrlochssoolen.

Fünfzehntes Kapitel.

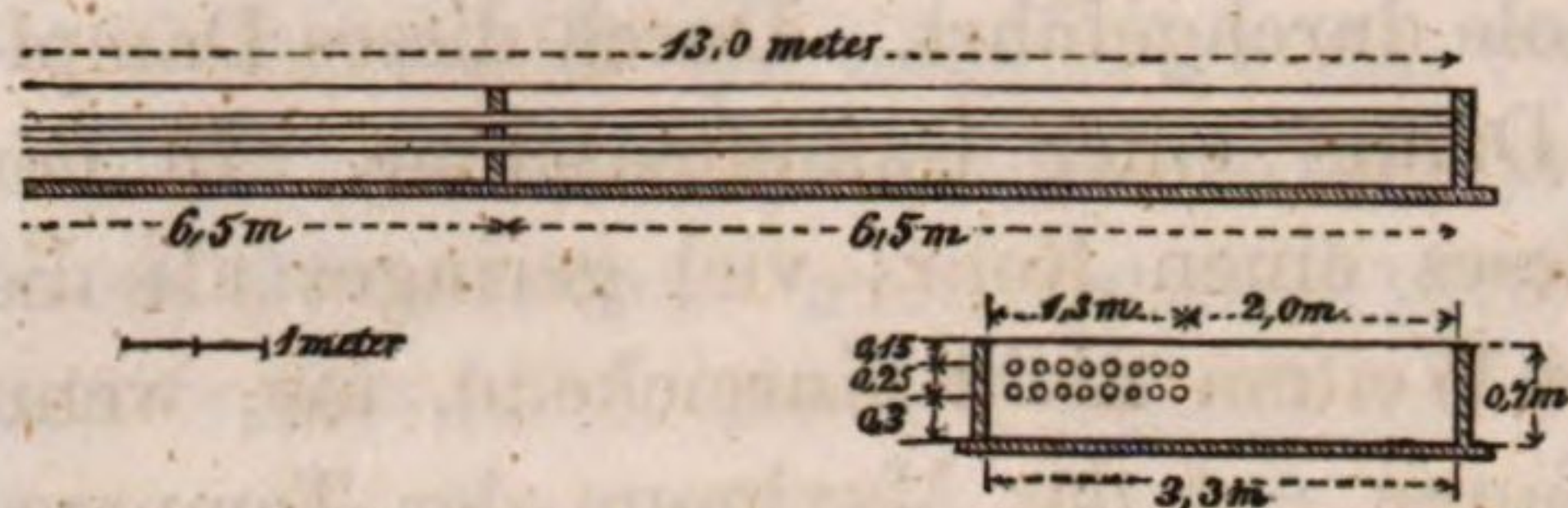
Rohrdampfpfannen.

Im Vorhergehenden ist nur die Rede von Pfannen gewöhnlicher Form mit flachen Böden, die auf ihrer ganzen untern Fläche entweder durch Feuer oder durch Dampf geheizt werden. Wir haben es nun mit einer andern Art der Heizung zu thun, nämlich mit der Rohrheizung. Die Röhren gehen hiebei durch die Soole des Verdampfungsbassins und können an ihrem ganzen Umfange die ihnen von innen durch den heizenden Dampf mitgetheilte Wärme an die Soole transmittiren. Die Ansammlung des Salzes hat auf dem nicht geheizten Boden des Verdampfungsbassins oder der Pfanne zu geschehen und es ist Einrichtung getroffen, um das Salz unbehindert der Röhren ausziehen zu können. Diese Einrichtung, sowie die Anordnung der Röhren kann nun auf sehr verschiedenartige Weise geschehen und wir erhalten auf diese Weise mannigfaltige Constructionen von Rohrdampfpfannen.

Die primitivste Art von Rohrdampfpfannen sind die mit nur

Einem Rohr versehenen. Es ist ein hölzernes oder gemauertes Bassin aufgeführt, von länglicher Form, das die Soole enthält, und durch die Wandungen gehend der Länge nach ein Dampfrohr durch die Mitte der Soole durchgeführt. Durch dieses Dampfrohr geht der abgehende Dampf einer Dampfmaschine. In der Regel ist die Heizfläche dieses einen Rohrs viel geringer als die Verdampfungsfläche und bei Weitem nicht hinreichend, um, wenn einmal die Soole in der Pfanne auf das Maximum der Temperatur erhitzt ist, den disponibeln Dampf vollständig zu condensiren. Es wäre desshalb viel besser, mehrere Röhren von geringerem Durchmesser, aber grösserer Gesamtheizfläche anzubringen, wie diess für den Dampf von Siedpfannen geschehen. Denn gerade einer der Hauptvorthelle der Rohrdampfpfannen besteht ja darin, dass wir die dem heizenden Dampf dargebotene Heizfläche sowohl absolut als auch im Verhältniss der Sooloberfläche der Pfanne ganz beliebig vermehren können, ohne die Pfanne zu vergrössern. Folgende Skizze zeigt eine hölzerne Rohrdampfpfanne, für die Benützung des Dampfes einer runden Maschinenpfanne in Meadowbank bestimmt. Eine doppelte Röhrenlage zieht sich längs einer Seite einer langen hölzernen Pfanne hin, im Ganzen 16 Stück Röhren von 0,075 Meter Durchmesser und 13 Meter Länge. Die Pfanne selbst hat 13 Meter Länge, 3,3 Meter Breite und 0,7 Meter Tiefe. Die Oberfläche der Soole in der ganzen Pfanne beträgt $3,3 \times 13 = 43$ Quadratmeter. Die Heizfläche der Röhren beträgt (da ihre Länge = 208 Meter und Umfang = 0,23 Meter) im Ganzen 47 Quadratmeter, ist also kaum grösser als die Verdampfungsfläche. Dagegen ist die Transmission der Wärme eine sehr gute, indem die Röhren vollständig in die Soole eingetaucht sind und die Soole um dieselben frei circuliren kann, wie diess bei der Heizung eines flachen Bodens nicht stattfindet. Ferner schwimmt alles Salz entweder von den Röhren weg auf die andere Seite der Pfanne, um sich in dem von Röhren freien Theil des Bassins anzusammeln, oder aber fällt es zwischen den Röhren durch auf den Pfannenboden, so dass die Röhren selbst stets unbedeckt bleiben und die Wärmetransmission ungehindert vor sich gehen kann. Der an den Röhren sich trotz der niedrigen Temperatur stets ansetzende Stein, der rein nur aus schwefelsaurem Kalk besteht, hat die sehr angenehme Eigenschaft, sich von Zeit zu Zeit selbst abzulösen, indem er wie Rinde aufspringt und auf

den Pfannenboden fällt. Die Röhren haben eine Neigung von etwa 10 Centimeter zu bekommen in der Richtung, in welcher der Dampf durchzieht. Es fliesst alsdann das Condensationswasser



Rohrdampfpanne für eine runde Maschinenpfanne in Meadowbank.

auch in derselben Richtung ab und kommt von heisseren zu kälteren Soolschichten. Wenn eine nahezu vollständige Condensation der Dämpfe erfolgt

und dieselben ziemlich frei von Luft sind, wie diess bei den vollständig abgeschlossenen Maschinenpfannen der Fall ist, so ist beim Austritt des Dampfes aus den Röhren eine besondere Vorsicht zu gebrauchen. Man darf den Dampf, beziehungsweise die übrig gebliebene noch mit Dampf gemischte Luft, nicht ohne Weiteres in's Freie treten lassen, sondern muss denselben in einen Raum gelangen lassen, der oben und an den Seiten von der äussern Luft abgeschlossen und nur unten in einiger Tiefe unterhalb der Rohrmündungen offen ist. Auf diese Weise wird das Eindringen kalter Luft von aussen in die Röhren verhindert, der Dampf kann in den Röhren bis zu fast vollständiger Condensation seine hohe Temperatur behalten und die Wärme vollständiger transmittirt werden. In einer solchen Pfanne können wohl 8 Tonnen Salz angesammelt werden, was etwa der wöchentlichen Produktion entspricht, so dass die Pfanne jede Woche ausgezogen werden muss. Das Ausziehen der auf der rohrfreien Seite der Pfanne angesammelten $\frac{1}{2}$ Meter hohen Salzmassen geht sehr leicht vor sich und auch unter den Röhren lässt sich das Salz leicht vorbringen. Man darf nur einen etwas gebogenen Raker anwenden und von der freien Seite aus damit das Salz unter den Röhren vorziehen.

Das Ausziehen geht beinahe ebenso leicht, als wenn die Röhren gar nicht da wären. Sehr günstig für die Röhrenheizung ist der Umstand, dass die heisse Soole, wenn auch vollständig gesättigt und salzreicher, stets leichter ist, als die kältere oder gar ganz frisch eingelassene Soole. Es bildet sich zu Folge dessen im Niveau der Röhren und über denselben eine heissere Soolschichte, die beständig heisser bleibt, als die darunter liegenden Schichten bis zum Pfannenboden. Die aus den Röhren entnommene Wärme wird somit unmittelbar den oberen Soolschichten

mitgetheilt, in welchem sie für die Verdampfung wieder consumirt wird. Es kann somit eine viel raschere Erwärmung stattfinden, indem die untern Soolschichten nur indirekt und langsam durch Leitung Wärme aufnehmen. Wird die frische Soole stets am Boden eingelassen, so kommt die nach unten abgeleitete Wärme wieder zur Verwendung, indem die vorgewärmten Schichten successive in die Höhe getrieben werden. Überdiess schützt auch das am Boden sich ansammelnde Salz vor Wärmeverlust nach unten gerade so, wie es in den Pfannen gewöhnlicher Art die Wärmetransmission von unten nach oben hindert. Auf diese Weise geht nun auch bei tiefen Rohrpfannen sehr wenig Wärme verloren und dieselben sind im Allgemeinen viel besser als die alten Pfannen.

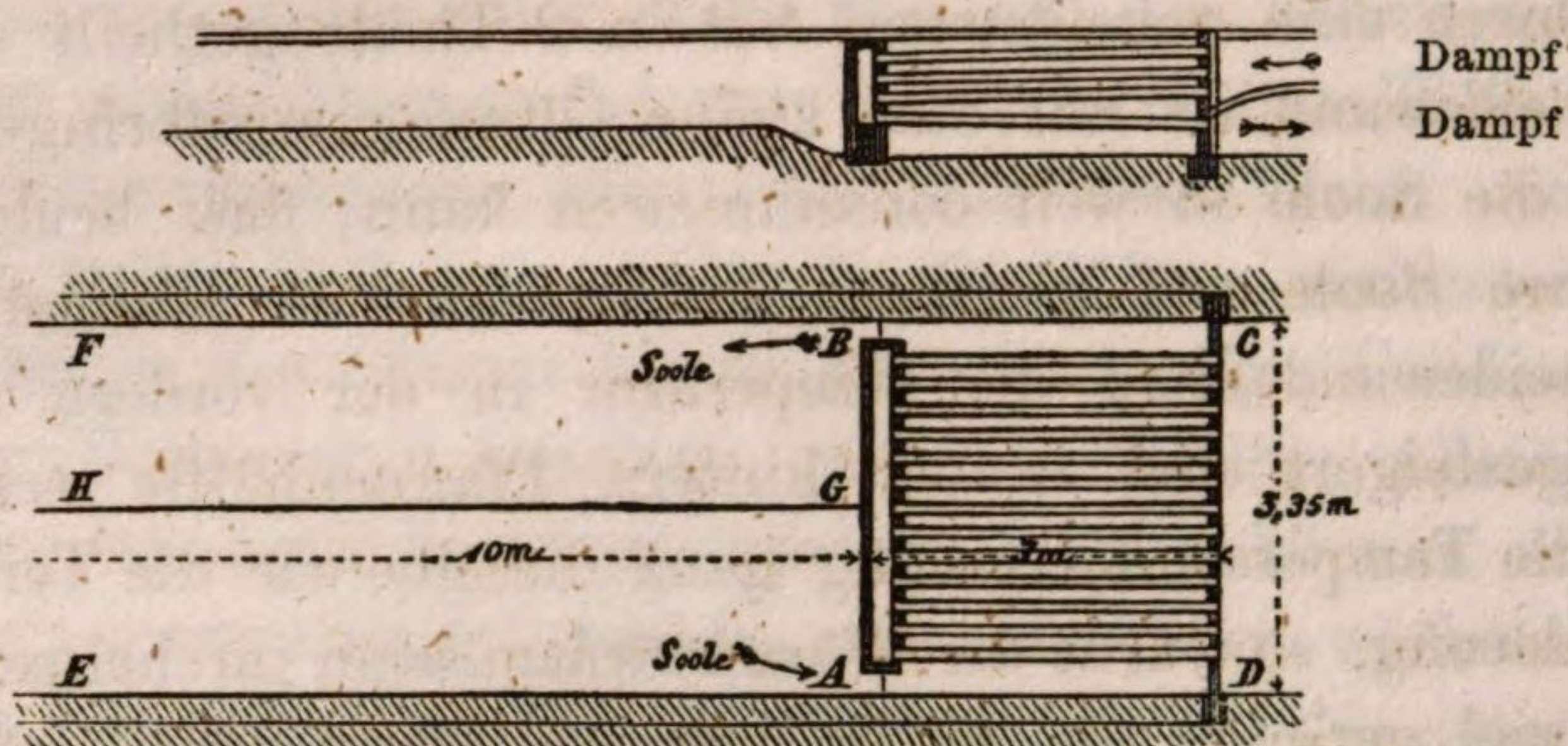
Bei der hier (S. 83) angegebenen Rohrdampfpfanne wird die Ausnützung der Wärme vervollkommnet, dadurch, dass dieselbe in der Mitte durch eine Scheidewand A B in 2 Theile getheilt wird. In der Scheidewand ist nur eine kleine Öffnung anzubringen, durch welche die Soole so weit communiciren kann, dass beide Hälften stets ihre Soole auf gleichem Niveau erhalten können. Durch die Scheidewand wird die Temperatur in der vordern Pfannenhälfte gesteigert und in der hintern Pfannenhälfte vermindert. Wäre die Temperatursteigerung ganz dieselbe wie die Temperaturverminderung, so würde die Wärmetransmission im heisseren Theil um so viel geringer als sie im kälteren Pfannentheil grösser geworden ist und es würde somit weder gewonnen noch verloren. Nun wird aber die Temperatursteigerung im heissern Theil eine viel geringere sein, als die Temperaturverminderung im kältern Theil. Denn mit dem Steigen der Temperatur nimmt namentlich bei höheren Graden die Verdampfung in so vermehrtem Verhältniss zu, dass die Temperatur nur sehr wenig zu steigen hat, um die Verdampfung und Salzbildung sehr bedeutend zu steigern. Es kann somit im heissern Theil viel mehr Salz gebildet werden und im kältern Theil ist die Soole abgeschlossen und nimmt so viel als möglich Wärme aus dem in den Röhren durchströmenden Dampf und Condensationswasser auf. Es ist diess ein interessantes Beispiel, wie die Ausnützung der Wärme unter Umständen vermehrt werden kann durch Verhinderung der durch die natürliche Cirkulation angestrebten Ausgleichung der Temperatur. Dieselben Gesetze gelten auch für die Dampfpfannen gewöhnlicher

Construktion. So weit nicht die Salzablagerung für die Erhaltung der Cirkulation wünschenswerth ist, wäre somit auch bei letzteren Pfannen eine Trennung der Soole in verschiedene Abtheilungen nützlich.

Rohrdampfpannen können auch in der Weise construirt werden, dass die Heizung von der Verdampfung getrennt ist, indem die Röhren alle durch ein kleineres Bassin geführt werden, in welchem die Soole erhitzt wird, während dieses Bassin mit einem grösseren Bassin in Verbindung steht, in welchem die Verdampfung stattfindet. Diese Trennung von Heizung und Verdampfung wird näher erklärt durch das im Nachfolgenden über die Cirkulation der Soole Angegebene. Es sei desshalb vorerst als Beispiel die in Meadowbank construirte Dampfpanne mit getrenntem Heizapparat beschrieben.

Längendurchschnitt der Rohrdampfpanne mit abgesondertem Heizapparat.

Rundpfanne



Grundriss der Rohrdampfpanne.

Vorstehender Grundriss zeigt den Heizapparat A B C D der Lehmrohrdampfpanne. Derselbe besteht aus 4 horizontalen Lagen von je 14 Röhren, in deren 3 oberen der Dampf eintritt, sich in dem Dampfkasten A B sammelt und durch die unterste Röhrenlage wieder austritt. Die 3 oberen Lagen Röhren sind behufs Abflusses des Condensationswassers nach innen und die unterste Lage ist nach aussen geneigt.

A B F E ist das Krystallisationsbassin, dessen Boden und Seitenwände wie die des Heizbassins A B C D aus Lehm bestehen. Die Seitenwände sind innen durch eine dünne Backsteinmauer vor der unmittelbaren Einwirkung der Soole geschützt und der Lehm Boden ist mit Eisenplatten belegt. Nur die eine Wand D C des ganzen Verdampfungsapparates besteht aus Holz, da hier durch die Röhren der Dampf eintritt und das Condensationswasser aus-

fliesst. Durch eine vertikale Scheidewand G H ist das Krystallisationsbassin in 2 lange Züge getheilt, welche jedoch beide bei H in Verbindung stehen, indem die Scheidewand nicht ganz bis an's Ende E F des Bassins geht. Die obere und die untere Bassinhälfte stehen nun jede besonders mit dem Heizbassin in Verbindung, so zwar, dass die Öffnung bei B für das obere Bassin sich oben an der Oberfläche der Soole und die Öffnung bei A für die untere Bassinhälfte sich unten am Boden befindet. Hierdurch ist nun eine Verbindung der Soole im Heizbassin und der Soole im Verdampfungsbassin hergestellt, welche eine beständige Cirkulation der Soole veranlasst.

Dieselbe strömt bei B in erhitztem Zustande in das Verdampfungsbassin über und cirkulirt in demselben zuerst die obere Hälfte durch nach hinten und dann um H umbiegend durch die untere Hälfte wieder nach vorn, um bei A zu Boden zu sinken und durch die unten angebrachte Öffnung wieder in das Heizbassin zurückzutreten. Auf dem Wege von B nach A findet nun die Verdampfung und Salzbildung statt und die Soole tritt bei A in das Heizbassin zurück mit einer der stattgehabten Verdampfung entsprechend erniedrigten Temperatur. Im Bassin wird sie nun wieder erwärmt, um den gleichen Weg zu wiederholen u. s. f., wobei sich ein Gleichgewichtszustand einstellt, bedingt durch die Erwärmung auf einer Seite und die Abkühlung auf der andern Seite. Die Bewegung wird beständig erhalten durch den Auftrieb der heissen Soolsäule bei B innerhalb des Heizapparats über die kalte Soolsäule bei A ausserhalb des Heizapparats. Der Auftrieb ist proportional der mittleren Temperaturdifferenz dieser beiden Soolsäulen und der mittleren Höhendifferenz zwischen der Öffnung bei B und der bei A. Die continuirlich zugelassene frische Soole kommt in den Heizapparat, wird durch die unterste Röhrenlage mit der durch A eintretenden Soole vorgewärmt und steigt allmählig in die Höhe, indem die untern Schichten durch nachströmende Soole ergänzt werden und die obern Schichten bei B abfliessen mit dem Maximum der erreichbaren Temperatur. Die in den Apparat zurückkehrende Soole ist genau gesättigt bei der ihr zukommenden Temperatur. Indem sie nun durch die Heizröhren erwärmt wird, während in dem Heizbassin nur wenig Verdampfung und ausserdem die Beimischung frischer Soole stattfindet, kommt die Soole bei B mit einer höhe-

ren Temperatur zum Austritt, als ihrem Salzgehalt entsprechen würde, wenn sie gesättigt wäre. Die Soole verhält sich demnach als eine nicht gesättigte Soole und gibt nicht nur kein Salz in dem Heizapparat, sondern fängt auch in dem Verdampfungsbassin erst dann an auf der Oberfläche Salzkristalle zu bilden, wenn sie so weit geströmt ist, um durch Verdampfung und Abkühlung einen Sättigungspunkt zu erreichen. Das jede Woche einmal erfolgende Ausziehen des Salzes aus dem Krystallisationsbassin findet nun statt, ohne die geringste Behinderung durch Röhren. Das meiste Salz bildet sich in der 2. Hälfte des Bassins und es erfordert einige Vorsichtsmassregeln und öfteres Ausreinigen, um für die rückgehende Cirkulation bei A stets den Weg vor den Salzmassen offen zu erhalten. In dem Heizbassin darf absolut kein Salz gebildet werden, da die Konstruktion des Bassins ein Ausreinigen sehr erschwert. Es kann eine Salzbildung im Heizbassin stattfinden, sobald die Cirkulation der Soole unterbrochen wird, entweder durch längeres Aufhören des Dampfzutritts aus der heizenden Pfanne oder durch periodisch zu starkes Auffüllen des Heizapparates mit kalter frischer Soole, in welchem letzterem Falle die Cirkulation geradezu umgekehrt werden kann. Jedenfalls muss der Heizapparat von den Gypsschalen gereinigt werden können, welche an den Röhren anwachsen, von selbst zeitweise abfallen und sich unterhalb der Röhren am Boden des Heizapparates ansammeln. Eine Pfanne vorstehender Gestalt liefert in Meadowbank 7 Tonnen Salz wöchentlich und es zeigte sich hierbei die Röhrenheizfläche noch überschüssig gross. Es beträgt die Gesamtsooloberfläche in Heizapparat und Krystallisationsbassin $= 3,35 \times 13 = 43$ Quadratmeter. Die Röhren sind 56 Stück je 3 Meter lang mit 0,1 Meter Durchmesser, Gesamtrohrheizfläche $= 50$ Quadratmeter. Tiefe des Heizbassins $= 1,05$ Meter, des Verdampfungsbassins $= 0,8$ Meter. Gesamtlänge 13 Meter, Breite 3,35 Meter.

Eine hölzerne Rohrdampfpfanne kann auch über der die Dämpfe liefernden Pfanne angebracht werden, indem ihr hölzerner wenig leitender Boden die Stelle des Pfannenmantels vertritt. Dass derartige Überpfannen das allermeiste Dampfsalz geben müssen, ist klar und es ist deshalb reine Frage der Praxis, wo die Konstruktion derselben thunlich ist und wo nicht.

Nach Besprechung der Rohrdampfpfannen kann ich nicht

umhin, des grossen Vortheils zu erwähnen, welcher manchen Salinen aus der Benützung des abgehenden Dampfes von Dampfmaschinen als Heizmaterial erwachsen könnte. Wie durch Versuche leicht nachzuweisen sein wird, so kann man bei Anwendung von Rohrdampfpfannen mittelst des abgehenden Dampfes einer Dampfmaschine beinahe ebenso viel Salz aus Soole erzeugen als man durch direkte Verbrennung der für die Kesselheizung gebrauchten Kohlen unter einer Salzpanne Salz erzeugen könnte. Man kann sonach mit nahezu gleichem Kohlenverbrauch zwei Prozesse, den Betrieb der Maschine und den der Salzerzeugung zugleich ausführen. Auch handelt es sich nicht nur um den Kohlenverbrauch allein, sondern ausserdem auch um alle übrigen mit der Heizung verbundenen Ausgaben, indem der Heizerlohn und die Reparaturkosten der Feuerungen u. s. w. auch für beide Prozesse gemeinschaftlich aufgewendet werden. Die Frage wird nur die sein, ob, wo ein hoher Brennmaterialpreis diese Ersparung wünschenswerth machte, auch immer zugleich geeignete Verwendung für die Dampfkraft sich finden wird. Bei kleineren Salinen wird die Kraftverwendung sich leichter finden und unter Umständen für das eigene Werk ein gut Theil verbraucht werden können, namentlich bei vorhandenem Steinsalzabbau. Grössere Salinen, die mehreren hundert Pferdekraften entsprechen, dürften die Maschinen in der Weise verwerthen können, wie es bei den Turbinen in Schaffhausen der Fall, wo eine Kraft von 500 Pferden durch ausgedehnte Transmissionen an verschiedene Etablissements kontraktmässig vertheilt wird. Einer Produktion von 100,000 Centnern Salz jährlich würde eine continuirlich auszuübende Maschinenkraft von 200 Pferdekraften entsprechen.

Sechszehntes Kapitel.

Die Cirkulation der Soole bei der Verdampfung.

Unter Cirkulation der Soole ist ursprünglich nichts Anderes zu verstehen, als die durch ungleiche Erwärmung der Soole in einem Verdampfungsapparate naturgemäss veranlasste Bewegung. Wir fassen aber damit noch eine andere Erscheinung zusammen, die auch unmittelbar in Folge der ungleichen Erwärmung, aber

unter Mitwirkung der Verdampfung und der bereits eingeleiteten Bewegung stattfindet, nämlich die Überhitzung der Soole über ihren Sättigungspunkt oder die Trennung der Oberfläche des Soolstromes in eine heissere Hälfte, die nur verdampfend, nicht salzabsetzend ist, und in eine kältere Hälfte, die verdampfend ist und zugleich das Salz bildet.

Um die Erscheinung der Cirkulation in ihrem ganzen Umfange theoretisch zu betrachten, nehmen wir eine Abdampfvorrichtung an, bei welcher die Heizung der Soole ausschliesslich in einem besondern Heizbassin vor sich geht, während die Verdampfung ausschliesslich in einem mit diesem Heizbassin verbundenen Verdampfungsbassin stattfinden soll. Für die Löslichkeit des Kochsalzes lege ich die nach meinen Versuchen bestimmte Löslichkeitstabelle zu Grunde. Die Soole strömt durch eine Öffnung in überhitztem, also nicht gesättigtem Zustande aus dem Heizbassin aus, legt den Weg über die Fläche des Abdampfungsbassins zurück, indem sie unter beständiger Abkühlung Wasser verdampft und Salz ausscheidet, und kehrt endlich abgekühlt in gesättigtem Zustande wieder durch eine tiefer angebrachte Öffnung in den Heizapparat zurück.

1 Kilo Soole von 80° (Celsius) ströme mit 27,87% Salzgehalt (entsprechend 70° Sättigung) aus dem Heizapparate aus und kehre nach der Cirkulation über die grosse Fläche des Verdampfungsbassins wieder in den Heizapparat zurück mit 70° Temperatur und 27,87% Salzgehalt. Wir berechnen den Sättigungszustand während des Verlaufs der Verdampfung.

$$\text{Anfängliche Wärmemenge} = 80 \frac{72,13}{100} + 80 \frac{27,87}{100} \times 0,555 = 70,08 \text{ Kalo.}$$

$$\text{Schliessliche Wärmemenge, wenn keine Verminderung der Soole berücksichtigt wird} = 70 \frac{72,13}{100} + 70 \frac{27,87}{100} \times 0,555 = 61,32 \text{ Kalo.}$$

Wärmeabgabe = 70,08 — 61,32 = 8,76 Kalo. Die bei Bildung von 1 Kilo Kochsalz durch Verdampfung der erhitzten Soole entnommene Wärmemenge nehmen wir zu 1700 Kalorien an. Die Wärmedifferenz 8,76 Kalo durch 1700 dividirt gibt demnach

$$\text{das erzeugte Kochsalzquantum} = \frac{8,76}{1700} = 0,005153 \text{ Kilo und das}$$

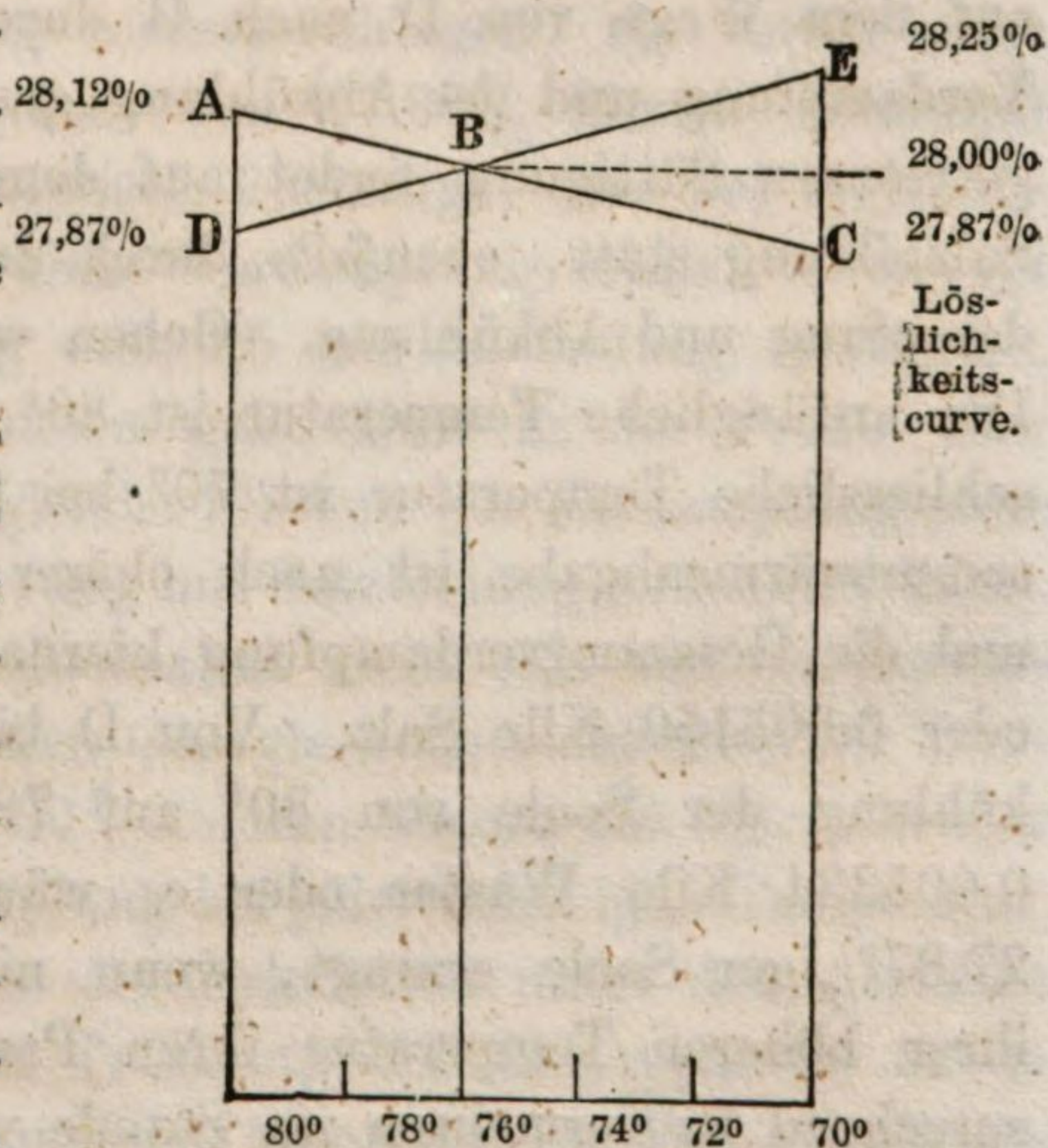
$$\text{verdampfte Wasser} = \frac{72,13}{27,87} 0,005153 = 0,013336 \text{ Kilo.}$$

Wir dürfen die Verminderung der Soole unberücksichtigt lassen, da wir bei der Berechnung annehmen, dass diese Soole vor der Zerlegung in Kochsalz und Wasserdampf auf diejenige Temperatur abgekühlt ist, mit welcher die übrig bleibende Soole in den Apparat zurückkehrt. Obige Wärmemenge von 1700 Kalorien bezieht sich nämlich auch auf die Verwandlung von Soole mit dieser Schlusstemperatur in Salz und Dampf unter Luftzutritt. Die Verdampfung bei der Abkühlung von Grad zu Grad nehmen wir constant bei beliebiger Temperatur an. Die Verdampfung beträgt demnach auf jeden Grad Temperaturabnahme $\frac{1}{10}$ von der ganzen Wasserverdampfung oder $\frac{1}{10} \times 0,013336 = 0,0013336$ Kilo. Der jeweililge Procentgehalt der Soole lässt sich hiernach für jeden Grad der Temperatur leicht berechnen, indem man von dem Ausscheiden des Salzes ganz Umgang nimmt, alles Salz als gelöst bleibend betrachtet und das jeweilig verdampfte Wasser vom ursprünglich vorhandenen Wasserquantum abzieht. Am Anfang bei 80° haben wir von 1 Kilogramm Soole 0,2787 Kilo Salz und 0,7213 Kilo Wasser oder 27,87% Salzgehalt und am Schlusse bei 70° , nachdem 0,01334 Kilo Wasser verdampft sind, haben wir 0,2787 Kilo Salz und 0,70796 Kilo Wasser oder 28,25% Salzgehalt. Die Zwischenwerthe sind ebenso zu finden und es ergibt sich, dass alle in einer Geraden liegen, wie in beistehender Skizze gezeigt ist.

Berechneter Salzgehalt.

Es ist A C die Löslichkeitscurve und D E die erwähnte Gerade, welche den aus der Verdampfung für die verschiedenen Temperaturgrade berechneten Salzgehalt darstellt. Die Gerade D E schneidet die Löslichkeitscurve bei B oder 76° Graden. Hier also bei 76° , nachdem die Verdampfung zu $\frac{4}{10}$ oder nahezu der Hälfte stattgefunden hat, ist die Lösung genau gesättigt und muss die Kochsalzausscheidung anfangen.

Findet ein constantes Zufließen von frischer Soole in den Heiz-



apparat statt, so wird der Sättigungspunkt dadurch etwas mehr hinausgerückt, ebenso wenn wir eine grössere Luftbeimischung bei der Verdampfung und also die Zahl Kalorien per Kilo Kochsalz etwas grösser als $= 1700$ annehmen. Es kann hiernach für die Praxis der Sättigungspunkt auf die Hälfte der Verdampfung angenommen werden, welches Verhältniss sich auch ganz genau bei der Lehm-dampfpfanne mit getrenntem Heizapparat in Meadowbank in Wirklichkeit ergeben hat.

Obige Skizze stellt die Cirkulation mit Hilfe der beiden Curven in aller Vollständigkeit und Allgemeinheit dar. Die eine Curve A B C ist, wie bemerkt, die Sättigungscurve, welche den Salzgehalt einer gesättigten Lösung abwärts gehend von 80° bis 70° angibt (nach meiner Tabelle). Die andere Curve D B E ist die Abdampfungscurve, indem sie den Salzgehalt der Soole angibt, welche sich durch Verdampfung allmählich auf 70° abkühlt und dabei ihren procentischen Salzgehalt erhöht. Das nach Überschreitung des Sättigungspunktes ausscheidende Salz wird in dieser Curve auch noch zum Procentgehalt gerechnet. Die Curve D B E bildet eine Gerade, die Curve A B E bildet hier auf den kleinen Abstand ebenfalls eine Gerade, da die Decimalen in der Tabelle nicht weit genug bestimmt sind, um den Unterschied von der Geraden anzuzeigen. Bei B oder 76° Temperatur schneiden sich die beiden Curven. Die Anfangs nicht gesättigte Soole wird auf dem Wege von D nach B durch doppelte Einwirkung der Verdampfung und der Abkühlung gesättigt. Nach der bei B eingetretenen Sättigung findet auf dem Wege von B nach C die Salzbildung statt, ebenfalls durch doppelte Einwirkung der Verdampfung und Abkühlung. Gehen wir näher auf die Zahlen ein. Die anfängliche Temperatur ist 80° bei $27,87\%$ Salzgehalt, die schliessliche Temperatur ist 70° bei $27,87\%$ Salzgehalt. Die Gesamtwärmeabgabe ist nach obiger Berechnung $= 70,08$ Kalo und die Gesamtverdampfung hiernach $= 0,013336$ Kilo Wasser oder $0,005153$ Kilo Salz. Von D bis B, d. h. während der Abkühlung der Soole von 80° auf 76° beträgt die Verdampfung $0,005334$ Kilo Wasser oder es würden $0,00206$ Kilo Salz aus $27,87\%$ iger Soole erzeugt, wenn nicht hier die Soole vermöge ihrer höheren Temperatur ihren Procentgehalt gerade dem entsprechend zu vermehren im Stande wäre. Von B bis C oder der Abkühlung von 76° auf 70° beträgt die Verdampfung nach dem

Verhältniss der Wärmeabgabe 0,008002 Kilo Wasser entsprechend einem Erzeugniss von 0,00309 Kilo Salz. Vermöge der Verdampfung muss sich also ein Quantum von 0,00309 Kilo Salz während der Bewegung der Soole von B nach C niederschlagen. Das wirkliche Salzerzeugniss auf diesem Wege entspricht aber der Gesamtverdampfung und ist $= 0,005153$ Kilo. Es wird somit ein Quantum von 0,00206 Kilo mehr niedergeschlagen und zwar geschieht diess durch die Wirkung der Abkühlung von 76° auf 70° . Dieses durch Abkühlung niedergeschlagene Salz ist dem auf dem Wege D B verdampften Quantum von 0,00206 Kilo gleich und wird somit bei jedem Umlauf sozusagen regenerirt.

Dass auch wirklich die Abkühlung der Soole von 76° auf 70° dieses Quantum Salz unlöslich macht, sehen wir durch Folgendes: Die ursprüngliche Soolmenge ist 1 Kilogramm oder 0,2787 Kilo Salz mit 0,7213 Kilo Wasser. Bei 76° haben wir 0,2787 Kilo Salz und $0,7213 - 0,005334 = 0,715966$ Kilo Wasser oder Soole von $28,02\%$. Diese Soole müssen wir nun als auf 70° abgekühlt annehmen und erhalten dann Soole von $27,87\%$ Salzgehalt. Es bleiben, da die Wassermenge unverändert, $0,715966 \times \frac{27,87}{72,13} = 0,27664$ Kilo Salz in der Soole zurück und wurden demnach ausgeschieden $0,2787 - 0,27664 = 0,00206$ Kilo Salz. Diess ist aber genau das oben angegebene Quantum, also wird wirklich ebenso viel durch Abkühlung niedergeschlagen, als vorher ohne Salzbildung über einen Salzgehalt von $27,87\%$ hinaus verdampft worden war. Wir sind theoretisch überzeugt, dass bei regelmässig cirkulirender Soole, die ohne Verdampfung erhitzt wird, 0,4 Abkühlung ohne Salzbildung und 0,6 mit Salzbildung stattfindet. Aus oben angegebenen Gründen geht diess in der Praxis eher noch weiter, indem man je gleiche Flächen der Verdampfung ohne Salzbildung und der Verdampfung mit Salzbildung annehmen kann. Da die Löslichkeitscurve des Kochsalzes nicht sehr viel von der Geraden abweicht, so gilt das hier Gesagte auch nicht bloss für Temperaturen zwischen 70° und 80° , sondern ebenso mit hinreichender Übereinstimmung für Abdampfung bei jeder beliebigen Temperatur.

Nachdem nun das Gesetz der Cirkulation unter der speziellen Annahme einer vollständigen Trennung des Heizapparates untersucht worden, können wir auch den allgemeineren Fall annehmen, dass die Heizung sich über einen Theil der Pfanne erstrecke und

finden hiebei, dass das Resultat dasselbe sein muss, wenn die Heizung sich nicht über die Grenze der nicht salzbildenden Soolfläche hinaus erstreckt. Wir können also bis zur Hälfte die Bodenfläche einer Pfanne erhitzen und dabei, falls für die Möglichkeit einer entsprechenden Bewegung der Soole gesorgt ist, vollkommene Cirkulation haben. Hierüber folgt das Weitere und wir haben nun zunächst zu betrachten:

Die Geschwindigkeit der Cirkulation.

Es ist ein getrennter Heizapparat und complete Cirkulation vorausgesetzt, welche durch den Auftrieb der heissen Soolsäule in dem Heizapparat gegenüber von der vor der Eintrittöffnung stehenden kalten Soolsäule unterhalten wird. Der Heizapparat heize nun anfänglich in der Zeiteinheit 1 Kilo Soole, die durchpassirt, von 70° auf 80° . Lassen wir die Cirkulation verdoppeln, also 2 Kilo Soole durchgehen, so wird sich die Temperatur verändern und unter Annahme gleichbleibender Wärmetransmission sich ein Gleichgewichtszustand herstellen mit einer Erwärmung der Soole von etwa 73° auf 78° . Die Temperaturen sind etwas höher als die Mittelwerthe von früher anzunehmen, weil die Verdampfung mit der Temperatur in vermehrter Progression abnimmt. Bei der nun statthabenden Cirkulation ist kein Grund vorhanden, in Folge dessen die Gesetze andere sein sollten, und es muss wieder theoretisch 0,4 ausschliessliche Verdampfungsfläche und 0,6 ausschliessliche Krystallisationsfläche erhalten werden. Die Temperaturdifferenz ist dagegen nur halb so gross, als vorher und ebenso die Sättigungsdifferenz. Die Entfernung der Soole vom Sättigungspunkt oder ihre Überhitzung wird eine viel weniger merkliche und bei weiterer Zunahme der Geschwindigkeit würde die Sättigungsdifferenz am Ende so gering, dass zu grosse Gefahr für Ansetzen von Salz im Heizapparate vorhanden wäre. Eine übergrosse Geschwindigkeit könnte aber nur durch künstliche Mittel (mechanische Bewegung) hervorgebracht werden und ohne Anwendung solcher wird sich in der Praxis die Geschwindigkeit von selbst auf ein bestimmtes Mass reduciren. Denn es nimmt mit der Zunahme der Geschwindigkeit die Temperaturdifferenz und damit die bewegende Kraft (proportional mit der Quadratwurzel der letzteren) ab, während gleichzeitig der Reibungswiderstand der Flüssigkeit zunimmt. Wäre die Geschwindigkeit unendlich gross,

so würde die Temperaturdifferenz und Sättigungsdifferenz = Null und es würde sich überall gleich viel Salz bilden, die salzlose Fläche also verschwinden. Es würde derselbe Zustand eintreten, der bei absolut gleichmässiger Erwärmung einer Pfanne unter der ganzen Fläche und ohne alle und jede Soolbewegung eintreten würde.

Regeneration von aufgelöstem Salz.

Es möge hier eine aus den Gesetzen der Cirkulation hervorgehende Folgerung eingeschaltet werden, welche einen besonders auffallenden Beweis liefert, wie wichtig diese Gesetze sind und wie viel unter Umständen mittelst der Cirkulation ausgerichtet werden könnte.

So gut wie durch Überhitzung der Soole über ihre Sättigungstemperatur die Bildung von Salz im Heizapparat verhindert werden kann, ebenso gut kann auch derselbe Prozess sogar zur Auflösung von Salz behufs Wiedergewinnung als Kochsalz benützt werden. Gesetzt wir hätten reines Steinsalz in grossen Stücken, welche beim Auflösen die Soole nicht merklich trüben würden, und es wäre von Werth, das Steinsalz mit möglichst geringem Brennmaterialverbrauch in Kochsalz zu verwandeln, so könnten wir eine Pfanne mit getrenntem Heizapparat construiren und die Cirkulation derart einrichten, dass die im Heizapparat über ihre Sättigungstemperatur erhitzte, also nicht gesättigte Soole entweder in dem Apparat oder kurz nach dem Austritt aus demselben mit so viel Steinsalz in Berührung gebracht würde, dass die Soole sich sättigen kann, ehe Verdampfung stattfindet. Solche gesättigte Soole würde alsdann bei der Cirkulation im Krystallisationsbassin sofort Salz bilden und es würde bis zur Rückkehr der Soole in den Heizapparat sämmtliches aufgelöste Salz als Kochsalz abgeschieden sein. Es würde jedoch der Theorie nach die zur Abscheidung dieses Salzes erforderliche Abkühlung eine wirkliche Erdampfung von 0,6 Kilo Salz auf je 0,4 Kilo nur abgeschiedenes oder regenerirtes Salz bedingen. Man müsste demnach das Brennmaterial für die Erdampfung von 0,6 Salz aufwenden, um 0,4 extra durch Regeneration zu gewinnen. Es kommt jedoch der Umstand noch in Betracht, dass die frisch zugelassene Soole sich auch auf Kosten des Steinsalzes auf den der höhern Temperatur in der Pfanne entsprechenden Sättigungsgrad anreichern wird und hiedurch wird so viel gewonnen, dass wir schliesslich den Brenn-

materialverbrauch als auf die Hälfte reducirt annehmen können. Wie gesagt soll diess aber nur als Beispiel, nicht als ein für die Praxis giltiger Vorschlag dienen.

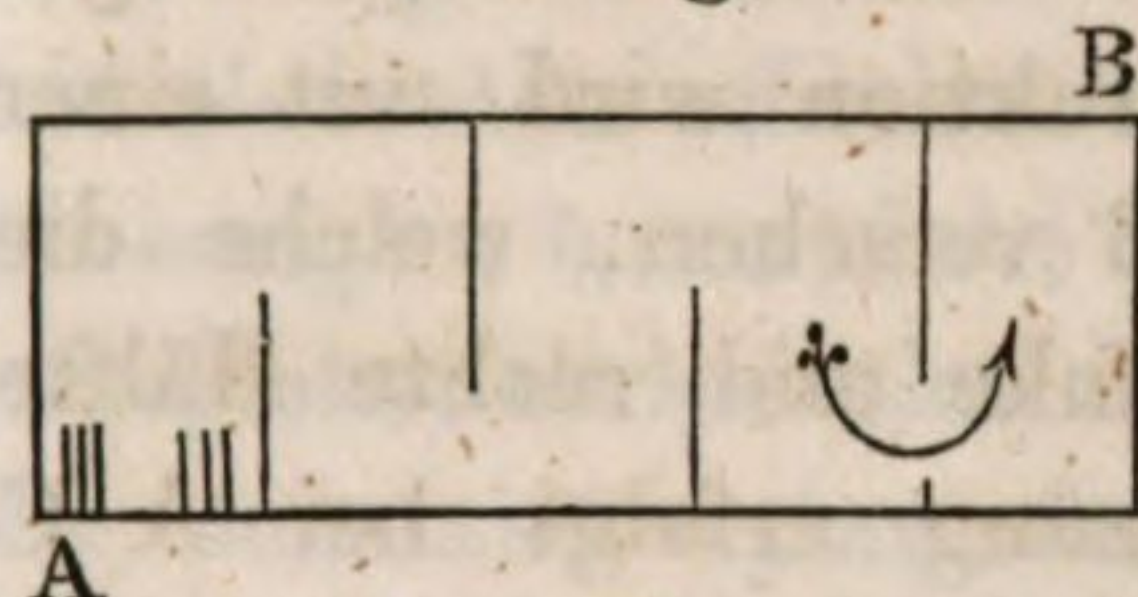
Aus Allem geht nun hervor, dass in Bezug auf Salzbildung es absolut keine Schwierigkeit haben kann, die zum Abdampfen bestimmte Soole in geschlossenen Behältern oder in Röhrenapparaten nicht nur mittelst Dampf, sondern auch mittelst Feuer zu erhitzen, sofern die Soole aus dem Apparat in ein grösseres Verdampfungsbassin hin und zurück cirkuliren kann. Um diess aber noch bestimmt nachzuweisen, wurde in Meadowbank eine Probe angestellt mit einem kleinen 4eckigen Kessel, der mit 3 Heizröhren versehen und durch einen Kanal mit einer grossen Lehmpfanne verbunden war. Nachdem der Kessel 3 Tage lang so stark als möglich geheizt worden war, indem die Flamme zuerst durch die Röhren und dann um die Kesselwandungen zog, war in dem Kessel absolut kein Salz angesammelt und die Röhren zeigten keine Spur von Stein, wogegen sich ein der Heizung entsprechendes Salzquantum in der Lehmpfanne angesammelt hatte.

Die Cirkulation der Soole in den gewöhnlichen Salzsiedepfannen.

Die erste Wahrnehmung der Cirkulation der Soole und ihrer Folgen muss von den gewöhnlichen Pfannen ausgehen, indem hier stets über dem Feuer kein Salz gebildet und unter Umständen auch statt eines salzhaltigen Pfannensteins ein vollständig salzloser Anhydritstein gebildet wird. Es rührt diess daher, dass die Soole über dem Feuer mehr Wärme aufnimmt, als in der Entfernung von demselben. Sie wird überhitzt, steigt in die Höhe und verhält sich wie eine nicht gesättigte Soole, indem sie sich unter starker Verdampfung aber ohne Salzbildung nach den Seiten ausbreitet. Hat die Soole aber eine kurze Strecke zurückgelegt, so ist sie gesättigt und die Salzbildung beginnt. Es ist somit nur ein kleiner Theil der Oberfläche der Soole in engem Umkreise um das Feuer nicht salzbildend, während der ganze übrige Theil der Soolfläche Salz bildet. Die Cirkulation ist somit nur eine unvollkommene und trotz dem beruht gewöhnlich die ganze Möglichkeit des Betriebs auf dieser geringen Cirkulation. Es wäre z. B. nicht möglich, die grossen Commonpans in Meadowbank buchstäblich mit Salz anzufüllen, wenn nicht die Feuerplatten durch die wenn

auch unvollkommene Cirkulation vor der Überdeckung mit Salz geschützt würden. In einiger Entfernung vom Feuer bildet sich gewöhnlich sehr salzhaltiger dicker Pfannenstein in kurzer Zeit und um diess zu vermindern, ist die Cirkulation so viel als möglich zu verbessern. Diess kann nun mit mehr oder weniger Umständen mehr oder weniger bewirkt werden. Das Einfachste ist, eine möglichst grosse Temperaturdifferenz in der Soole herbeizuführen durch entsprechende Führung der heizenden Gase. In England sind die Feuerungen an einem schmalen Ende der oblongen Pfannen angebracht und die Gase gehen in parallelen Zügen der Länge nach durch nach dem andern Ende. Hiedurch wird eine hohe Temperatur über den Feuern und eine niedrige beim Rauchabzug veranlasst. Die Pfannen sind ausserdem nach hinten 1 bis 2 Decimeter tiefer gelegt, so dass sich das Salz besser ansammeln kann und so wenigstens die Feuer frei bleiben.

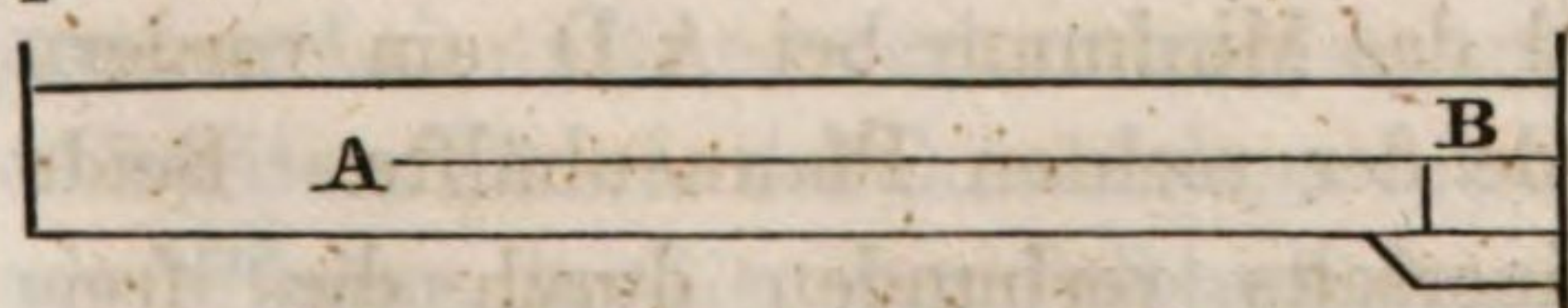
Für andere Pfannen, wo der Rauch mehr cirkuliren soll, wären Querzüge am Platze. Die zur Seite stehende Figur zeigt



die Feuer bei A der oblongen Pfanne und Querzüge, durch welche der Rauch bis zum andern Ende gelangt, um bei B abzuziehen. Diess ist die Einrichtung für Pfannen, deren

Dampf benützt wird, wobei der Dampfzug entgegengesetzt von B nach A geleitet werden muss.

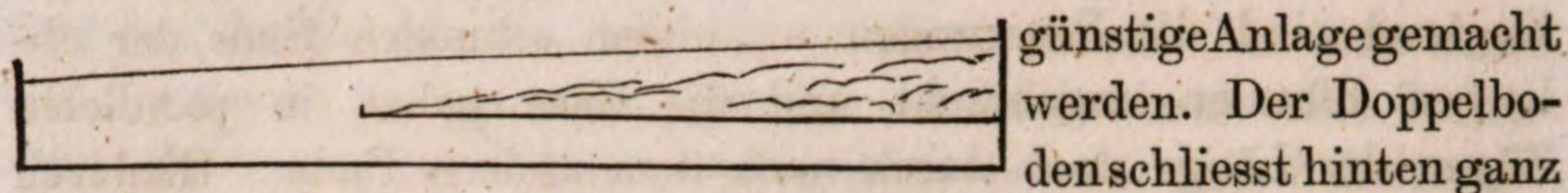
Vollständige Cirkulation, bei der alle Sooltheilchen an einer Bewegung theilnehmen, die von dem kältesten Ende der Pfanne nach dem Feuer stattfindet und wieder zurück, oder mit andern Worten, bei der alle Sooltheilchen abwechselnd das Maximum und Minimum der Temperatur erlangen, lässt sich durch einen doppelten Boden erreichen. Diese Einrichtung würde, abgesehen von



den verschiedenen Unbequemlichkeiten, die der 2. Boden mit sich brächte,

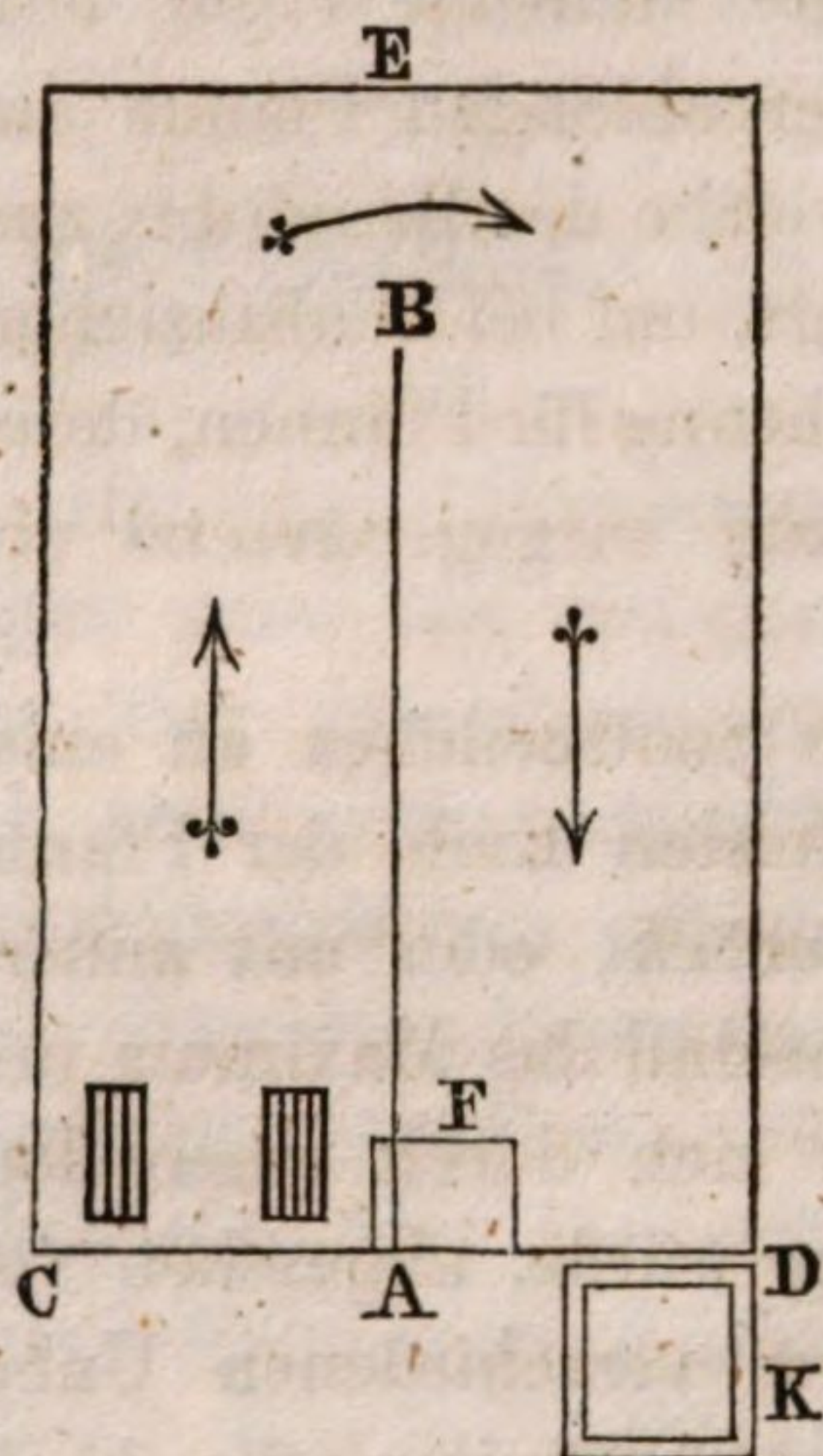
auch noch den grossen Vortheil darbieten, dass der ganze untere Pfannenboden frei von jeglicher Salzauflagerung bliebe. Nebestehende Skizze ist ein Längenschnitt. Der obere Boden ist A B. Das Maximum der Temperatur bei A, das Minimum bei B. Bei A steigt die Soole auf, breitet sich aus und wirft ihr Salz auf den obern Boden, bei B sinkt die Soole hinab und bei einiger Vorsicht kann das Verschleppen von Salz nach unten

durch Anbringung eines kleinen Sumpfes vollständig vermieden werden. Der obere Boden braucht den unteren natürlich nur theilweise zu überdecken, da auf der halben Fläche kein Salz erzeugt wird. Es darf somit ein gutes Stück über dem Feuerfach ganz offen gelassen werden. Um der Beschwerlichkeit eines beständigen Offenhaltens der Cirkulation nach der Öffnung B durch die Menge des angesammelten Salzes enthoben zu sein, könnte auch folgende allerdings für die Ausnützung der Wärme nicht so



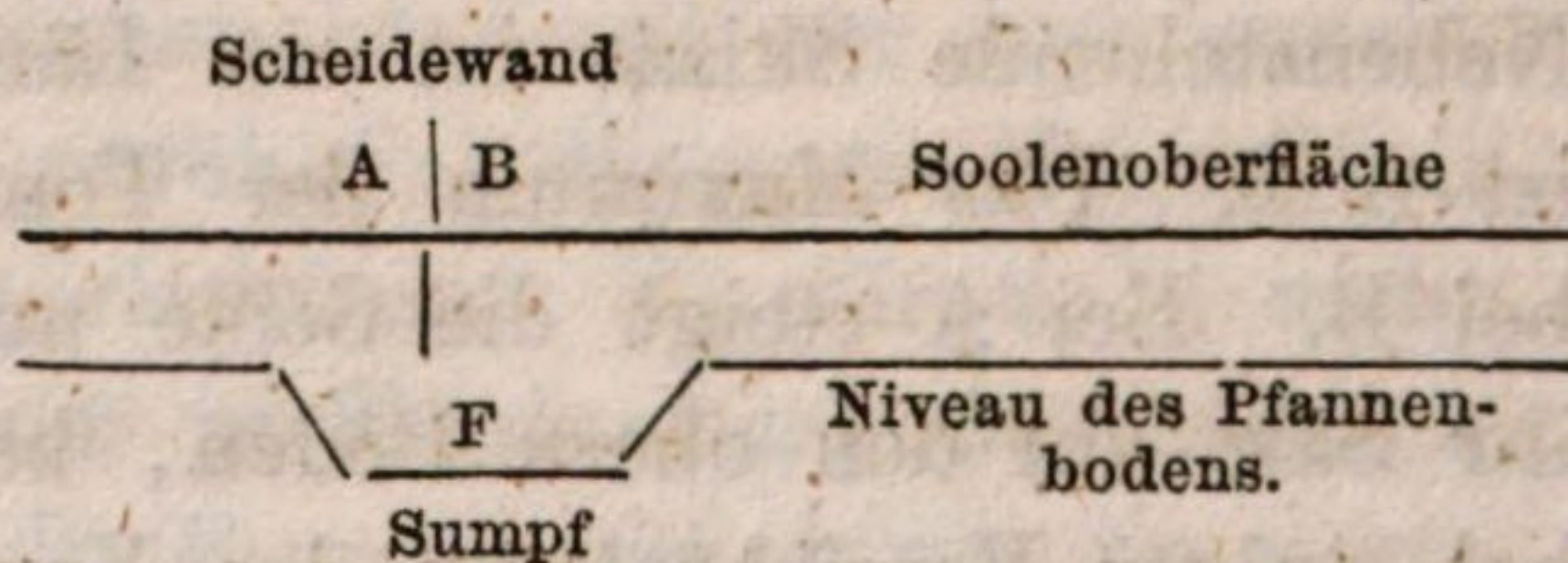
günstige Anlage gemacht werden. Der Doppelbodenschliesst hinten ganz zu und das Salz kann sich, wenn die Pfanne nach hinten noch vertieft wird, in dichten Massen ansammeln.

Ohne Anwendung des doppelten Bodens kann man aber noch auf die folgende einfache Art eine sehr vollständige Cirkulation hervorbringen.



Eine oblonge Pfanne von ganz gewöhnlicher Konstruktion wird mit einer Scheidewand A B versehen, welche die Pfanne in eine linke und rechte Hälfte theilt. Die Heizung erfolgt bei A C durch die Roste wie in der Skizze gezeigt, die Gase gehen in der Richtung der Pfeile unter der linken Pfannenhälfte vor und unter der rechten wieder zurück, von dem Kamin K angesaugt.

Das Maximum der Temperatur der Soole ergibt sich demnach bei A C am vordern Ende der linken Pfannenhälfte und das Minimum bei A D am vordern Ende der rechten Pfannenhälfte. Beide Pfannenhälften sind nun einerseits verbunden durch die freie Passage B E und andererseits durch einen besondern Kanal F bei A. Derselbe ist nach der Skizze so angelegt, dass eine Kommunikation unterhalb der bis auf das Niveau des Pfannenbodens reichenden Scheidewand mittelst eines vertieften Sumpfes F hergestellt ist. Diese Verbin-



dung ermöglicht nun ein Übertreten der kalten Soole der rechten Pfannenhälfte zur linken Pfannenhälfte, während sie gleichzeitig die heisse Soole der linken Seite am Überströmen auf die rechte verhindert und so dieselbe nöthigt, den Weg um die Scheidewand herum zurückzulegen. Hiemit haben wir nun aber eine complete Cirkulation, welche beständig durch den Auftrieb der heissen Soole links über die kalte Soole rechts unterhalten wird. Die weitaus meiste Wärme wird auf der linken übertragen und hier keine Salzbildung zugelassen, wogegen sich die ganze Salzmasse auf der rechten Seite ansammelt, wo der Pfannenboden durch die bereits abgekühlten Gase nur schwach erhitzt wird. Die ganze Einrichtung muss in jeder Beziehung vortheilhaft sein, da nicht leicht eine vollständigere Cirkulation hergestellt werden kann. Es haben sich hier der vor und zurück gehende Strom nicht übereinander wegzubewegen, wobei eine Vermischung unausbleiblich ist, sondern es ist hier Ein Strom, der einen Kreislauf in horizontaler Erstreckung beschreibt. Die Nothwendigkeit, den Weg für die Cirkulation stets offen zu halten und die Eintrittsöffnung F häufig auszureinigen, kann nicht in Betracht kommen, da dergleichen bei jeder completen Cirkulation der Fall sein muss. Es wird von Nutzen sein, die constant verbrauchte Soole in einem schwachen Strome über dem Sumpfe F zuzuführen, um die Salzansätze hier zu vermindern.

Die vorstehende Einrichtung ist im Grunde nichts Anderes, als die Blackwell'sche Pfanne, nur mit Weglassung der Pumpen und mit bedeutend vollständigerem natürlichem Kreislauf.

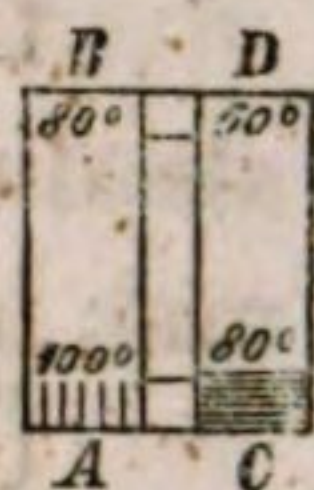
Über die Blackwell'schen Pfannen, welche ich im Berggeist vom XIII. Jahrgang Nro. 95 beschrieben habe, ist Folgendes zu bemerken.

Dieselben bestehen bekanntlich aus einer kleinen, etwa 30 Quadratmeter messenden eisernen Pfanne, die mit einer 5mal so grossen Lehmpfanne verbunden ist und zwar einerseits durch einen 4' breiten Kanal, durch welchen die Soole aus der geheizten eisernen Pfanne in die ungeheizte Lehmpfanne überströmen soll und andererseits aus einem engen mit einem Pumpenpaar versehenen Kanal, durch welchen die Soole, nachdem sie über die Lehmpfanne cirkulirt ist, wieder nach der eisernen Heizpfanne gepumpt wird. Wäre dieser Kreislauf nun ein ganz vollkommener, so dürfte sich nicht nur in der eisernen Pfanne kein Salz bilden, sondern es müsste auch noch ein beträchtlicher Theil der Fläche des Krystallisationsbassins ohne Salzbildung sein. Letzteres ist aber nicht

der Fall, sondern es wird eben die Heizpfanne vor Salzabsatz geschützt, während der Niederschlag von Salz gleich beim Eintritt in die Lehmpfanne beginnt. Diess rührt nun davon her, dass die Pumpen verhältnissmässig wenig Soole liefern und der grössere Theil der Soole durch den Ausströmungskanal eintritt, indem sich hier eine Gegenströmung bildet. Oben zieht heisse Soole aus und unten kältere wieder zurück, was sich deutlich beim Einwerfen von Salz in den Kanal zu erkennen gibt, indem dieses beim Niedersinken zuerst dem obern und dann dem untern Strom folgt. Die Pfannen dürften demnach viel besser arbeiten, wenn die Pumpen ganz weggelassen und durch eine natürliche Strömung ersetzt würden. Es sind 8 Blackwell'sche Pfannen im Betrieb, je 4 mit eigener kleiner Dampfmaschine zum Betrieb der Pumpen.

Gleichzeitige Heizung durch Feuer und Dampf.

Um die Wirkung der Cirkulation noch zu vermehren, könnte auch eine Beipfanne mit einer Siedpfanne zu einem Ganzen verbunden werden, wodurch eine grössere Temperaturdifferenz und eine grössere Fläche nichtsalzbildender Soole gewonnen würde. Die nichtsalzbildende Soolfläche ist nämlich am Besten zum Überdecken und Aufsammeln des Dampfes geeignet, weil dabei das Ausziehen am wenigsten behindert wird. Angenommen, wir haben eine Siedpfanne A B mit der Feuerung bei A und dem Rauchabzug bei B und daneben eine Dampfpfanne C D mit dem durch den Dampf der Siedpfanne betriebenen Röhrenheizapparat bei C, und es sei die Maximaltemperatur der ersten Pfanne bei A = 100° und die Minimaltemperatur bei B = 80° , ebenso die Maximaltemperatur der 2. Pfanne bei C = 80° und bei D = 60° , so könnten wir auch die Pfanne D C umwenden, so dass bei D die Temperatur = 80° und bei C = 60° wäre, und werden beide Pfannen bei B D und A C verbunden, so haben wir entsprechende Temperaturen um eine Cirkulation im ganzen Umkreis beider Pfannen in der Richtung $\times A \times B \times D \times C \times A$ einzurichten. Anstatt nun aber den Dampfheizapparat bei D anzubringen, lassen wir denselben bei C und heizen alsdann die kalt zurückkehrende Soole durch den Dampf vor, ehe sie zur vollständigen Erhitzung über dem Feuer gelangt. Die Soole gelangt nun bei D mit circa 80° in die frühere Dampfpfanne und kühlt sich bis zum Eintritt in den



Dampfheizapparat auf beinahe 60° ab, um hier wieder auf 80° und dann über dem Feuer auf 100° erhitzt zu werden. Die nun erhaltene 100° warme Soole ist viel weiter von ihrem Sättigungspunkt entfernt, als die vorherige, da sie aus viel kälterer Soole durch successive Erhitzung mit Dampf und dann mit Feuer erzeugt wurde. Wir benützen auf diese Weise die ganze Verdampfungsfähigkeit der bisher separaten Dampfpfanne zur Erzeugung einer weniger gesättigten Soole und einer grösseren salzfreien Soolfläche. Die Überdeckung des durch das Feuer geheizten Theils der Pfanne kann hiebei viel weiter gehen, als vorher, ohne dass der Pfannenmantel etwas mit dem Soolausziehen zu thun hat. Sollte sich eine derartige Einrichtung irgendwo empfehlen, so dürfte natürlich der von dem 1. Theil der Pfanne austretende Rauch auch unter den 2. Theil geführt werden. Wir haben dann Eine grosse Feuerpfanne mit der vorhin angegebenen Cirkulation, wobei in der Nähe von C vor den Feuerungen ein Dampfheizapparat eingeschaltet ist. Dieser Dampfheizapparat würde selbstverständlich auch zugleich für sämtliche in die Pfannen kommende frische Soole als Vorwärmer dienen.



In Betreff der Soolcirkulation in gewöhnlichen Pfannen ist noch zu bemerken, dass unter sonst gleichen Umständen die Grösse der salzfreien Fläche einer Pfanne variirt mit zunehmender oder abnehmender Gesamttemperatur der Soole in der Pfanne. Ist die Temperatur der Soole in der Pfanne eine abnehmende, so ist die salzfreie Fläche klein und kann bis auf Null verschwinden, während im Gegentheil bei zunehmender Temperatur die salzfreie Fläche grösser ist, ja bei starker Erhitzung sich über die ganze Pfanne erstrecken kann.

Siebenzehntes Kapitel.

Betrieb der Salzsiedepfannen in England mit spezieller Beziehung auf H. E. Falk's Salzwerke in Meadowbank, Winsford, mit einer Skizze der Meadowbank-salzwerke.

Der Siedereibetrieb in England ist ziemlich verschieden je nach der Art des erzeugten Salzes. Wir unterscheiden erstens

den Betrieb mit Maschinen und den mit Ausziehen von Hand, zweitens die Erzeugung von getrocknetem und von nicht getrocknetem Salz und drittens die Darstellung von Salz verschiedenen Grades von Feinheit.

Das sogenannte Patentbuttersalz gehört in die erste Rubrik des durch Maschinen dargestellten Salzes. Es ist nicht getrocknet und von grösster Feinheit. Das Commonsalz von Hand ausgezogen, nicht getrocknet, grob. Das Buttersalz von Hand ausgezogen, nicht getrocknet und so fein als Salz überhaupt dargestellt werden kann.

Das Lumpsalz oder Stovedsalt, von Hand ausgezogen, getrocknet (stoved), nachdem es behufs des Trocknens vorher in Prismen (Lumps) geformt worden. Im Übrigen nahezu von der Feinheit des Buttersalzes.

Diess sind die 4 Hauptsorten, welche erzeugt werden. Man unterscheidet ausserdem noch sogenanntes Extracoarsesalz, welches nichts Anderes ist, als durch sehr langsamen Betrieb dargestelltes besonders grobes Commonsalz. Das in den Dampfpfannen erzeugte Salz wird theils zum Commonsalz, theils zum Extracoarsesalz gerechnet. Auf H. E. Falk's Salzwerken waren pro 1869 folgende Pfannen im Betrieb:

r Patentbuttersalzpflanzen	. . .	3
c Commonsalzpflanzen	. . .	23
b Buttersalzpflanzen	. . .	7
s Lumpsalzpflanzen	. . .	8
d Dampf- und Rauchpfannen	.	6
zusammen		47 Pfannen.

Betrieb der Patentbuttersalzpflanzen.

Die im Nachfolgenden im Detail beschriebenen Patentbuttersalzpflanzen sind von kreisrunder Form mit 6,5 Meter Durchmesser und so überdeckt, dass der Dampf zur Heizung von Dampfpflanzen benützt werden kann und sich kein Salz bildet, so lange die Soole in der Pfanne nicht über 100° warm ist. Die Maschine, welche die kreisrunde Form der Pfannen erfordert, besteht aus einem von Aussen durch Welle und conische Räder in Betrieb gesetzten horizontalen Kreuze, an dessen Arme „Rakers“ gehängt sind, welche das Salz stets vom Boden wegschaffen und in einen am Rand der Pfanne angebrachten vertieften Sumpf treiben. Aus diesem Sumpf wird das Salz von Hand ausgezogen. Der Fassungs-

raum des Sumpfes ist so berechnet, dass das Ausziehen 3 mal während einer 12stündigen Schicht oder 6 mal täglich stattfinden muss. Der Cubikinhalt des unterhalb des Pfannenbodens fallenden Theiles des Sumpfes beträgt circa 1 Cubikmeter. Das Ausziehen dauert jedesmal $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Stunden. Hiebei ist das Abführen des Salzes nach dem Magazin mitgerechnet. Es wird nämlich das Salz aus dem Sumpf in Handkarren geschöpft, durch deren doppelte Böden die heisse Soole abläuft und in die Pfanne zurückgeleitet wird. Ein Karren fasst gut 3 Centner Salz und kommen somit mindestens 4—5 Karren auf jeden Auszug. Die Soole wird in kurzen Zwischenräumen zugelassen und die Pfanne womöglich beständig im Kochen erhalten. Das Kochen wird in der Regel nur während des Ausreinigens der 4 Roste von Schlacken unterbrochen, was 2 mal des Tages geschieht. Sobald die Maschine stillsteht, hat man die Feuer niederzuhalten oder ganz herauszureissen, da sonst ein augenblickliches Durchbrennen des Pfannenbodens stattfinden würde. Jeden Samstag Abend werden die Feuer ausgerissen, so dass die Pfanne über den Sonntag unbeschädigt bleibt. Es findet sich am Montag Morgen nur ganz wenig sehr grobes Salz in der Pfanne. Das Erzeugniss einer Patentpfanne beträgt 24 Tonnen wöchentlich. Dabei hat jede Pfanne noch eine Dampfpfanne mit 8 Tonnen wöchentlichem Erzeugniss. Ferner geht der Rauch sämtlicher 3 Pfannen noch unter eine Rauchpfanne, die im Ganzen etwa 9 Tonnen Salz wöchentlich gibt.

Reparaturen erfolgen durchschnittlich alle 4 Wochen bei jeder Pfanne, wobei in der Regel der Pfannenboden über dem Feuer nothgelitten. Es häuft sich zwar über dem Pfannenboden im Ganzen kein Pfannenstein an, sondern derselbe wird durch die darüber laufenden Rakers beständig weggeschabt. Dagegen bildet der Boden über den Feuern Ausbauchungen, welche nicht durch die Rakers noch die Ketten vor Ausfüllung mit Pfannenstein und Salz geschützt werden können und desshalb zum schliesslichen Durchbrennen Anlass geben. Die Arbeit bei 3 Patentpfannen oder Cirkularpfannen geschieht durch 4 Mann, die sich in 12stündigen Schichten so ablösen, dass stets 2 bei Tage und 2 bei Nacht da sind. Je einer von beiden ist Heizer und besorgt im Ganzen 6 Feuerungen, da jede Pfanne mit 2 Rosten versehen ist. Ausserdem zieht der Heizer eine der 3 Pfannen aus. Der andere

Mann zieht die beiden andern Pfannen aus und besorgt ausserdem das Abfahren der Schlacken von den Feuern. Man kann rechnen, dass das Ausziehen der „Pokets“ zweier Pfannen, wenn es 3 mal in einer Schichte geschieht, 7 Stunden ununterbrochene Arbeit zur Schichte erfordert. Das Salz dieser Pfannen, das sogenannte Patentbuttersalz, ist ein ausserordentlich feines und schönes Produkt, das durch kein anderes übertroffen werden kann. Es wird wie das gewöhnliche Buttersalz nicht getrocknet, sondern direkt von der Pfanne ins Magazin gebracht, aus welchem es nach mehr oder weniger lang dauerndem Ablagern verschifft wird.

Ausser dieser Art durch Maschine betriebener Pfannen existirt nun noch eine andere, die aber wesentlich verschieden und auf Falk's Werken nicht angewendet ist. Es sind diess die später näher beschriebenen Patentmaschinenpfannen von Hamer und Davies, Wingham saltworks, Northwich. Diese Pfannen sind oblong, haben eine Auszugsmaschine mit hin und hergehender Bewegung, sind unbedeckt, also ohne Dampfbenützung und erzeugen ein sich mehr dem Commonsalz näherndes Produkt, das nicht so fein wie das gewöhnliche Buttersalz ist.

Betrieb der Commonsalzpflanzen.

Das grobe, nicht getrocknete Commonsalz oder gewöhnliche Salz ist diejenige Qualität, welche weitaus am meisten dargestellt wird und auch am wohlfeilsten sich darstellen lässt, da man sich hier weder mit feinem Korn noch mit dem Trocknen zu befassen hat, sondern mit allen zu Gebote stehenden Mitteln auf massenhafte und wohlfeile Produktion hinarbeiten kann. Die Pfannen können grösser gemacht werden, als sie für Buttersalz gebräuchlich sind und es wird dadurch Brennmaterial erspart. Ferner kann sehr viel Salz von einem Auszug zum andern in denselben angesammelt und damit die Arbeit sehr vereinfacht werden. Die Pfannen, 16 Meter lang und 8 Meter breit, sind mit den langen Seiten aneinander gereiht, je 4 Meter von einander abstehend. An denjenigen schmalen Seiten der Pfanne, welche wir als die vordere Seite bezeichnen, sind die Feuerungen angebracht, 2, 3 oder 4 an der Zahl. Entlang der Feuerungsreihe ist der Kohlenplatz und die Schürstände mit entweder einem Kohlwagengeleise darüber wegführend oder einem Einschnitte des Kanals für Kohlenboote entlang demselben. Am hintern Ende der Pfannen stehen in einer

Reihe die Kamine, für jede Pfanne ein besonderes. Hinter diesen der Länge nach befindet sich das Magazin und am Ende des Magazins der Verschiffungsplatz. Die Heizung der Pfannen findet in der Weise statt, dass die am vordern Ende der Pfanne in den Feuerungen erzeugten heissen Gase einfach in paralleler Richtung nach hinten unter der Pfanne wegziehen und am Ende in das Kamin übertreten. Die grösste Wärmetransmission findet in Folge dessen in dem vordern Theil der Pfanne statt und es ergibt sich daraus eine Cirkulation der Soole, welche das Salz grösstentheils nach hinten und nach den langen Seiten überträgt, während die Feuerstellen unter geringer Beihilfe durch zeitweises Anziehen ganz rein von Salz gehalten werden. Hiedurch wird es möglich gemacht, eine so starke Heizung zu unterhalten, während die Pfannen nur alle 2 Tage ausgezogen und somit fast ganz mit Salz angefüllt werden. Die Langseiten der Pfannen sind, wie bereits bemerkt, 4 Meter von einander entfernt. Diese 4 Meter breiten Zwischenräume dienen nun zum Aufwerfen des ausgezogenen Salzes und sind zu dem Ende mit geeigneter Drainirung behufs Ablaufs der Soole aus dem Salze versehen, sowie mit einer Bahn von Planken, auf welcher beim Abführen des Salzes die Karren laufen müssen. Das Ausziehen wird abwechselungsweise so betrieben, dass an einem Tage nie 2 nebeneinander liegende Pfannen zugleich ausgezogen werden, somit der ganze Zwischenraum für das Aufwerfen des Salzes aus einer Pfanne disponibel ist. Wenn das Salz auf dem Aufwerfplatz oder den sogenannten Hurdles hinreichend abgetropft ist, so wird es weggeführt. Entweder bringt man es mittelst kleiner 1rädiger Karren von 3 Ctr. Inhalt in das Magazin oder füllt man es in grössere 2rädige Karren von 7 Ctr. Inhalt, um es gleich von der Pfanne weg in's Schiff zu laden. Es ist eine sehr mühselige Arbeit, das Salz mittelst der kleinen Karren in ein Magazin zu bringen, dessen Soole mit der der Hurdles in gleichem Niveau ist. Denn sobald die erste Lage Salz im Magazin angeworfen ist, muss man mit den Karren bergauf fahren, um das Salz auf einen hohen Haufen zu bringen. Es ist desshalb sehr vortheilhaft, wenn die Örtlichkeit eine tiefere Lage des Magazins gegenüber der Pfanne gestattet. Man kann so das Salz von der Pfanne aus in den grossen Karren nach dem Magazin fahren und es einfach hinabstürzen. Dagegen muss man alsdann darauf eingerichtet sein, dass an glei-

cher Stelle in verschiedenen Etagen die Ladung eines Schiffes sowohl direkt von den Hurdles aus, als auch aus dem Magazin stattfinden kann. Diesen günstigen Fall zu Grunde legend, haben wir es nun beim Betrieb der Commonpans mit folgenden Etagen zu thun, vorausgesetzt, dass das Salz per Schiff fortgeführt wird.

1) Soolbassin (Brinecistern), welches in der Höhe angebracht ist, dass beim niedrigsten Stand der Soole in demselben diese mit hinreichendem Druck in der Leitung nach den Pfannen fliesst.

2) Das Niveau der Pfannen, der Hurdles, der oberen Abführwege und des Ausschüttplatzes für das Laden der Schiffe im Kanal.

3) Das Niveau der Soole des Magazins in solcher Tiefe unter dem Niveau der obern Abführwege, dass ohne Aufwärtsführen des Salzes ein hinreichender Vorrath angesammelt werden kann. Hie-mit in gleichem Niveau der untere Ausschütt- oder Ladeplatz unmittelbar unter dem oberen gelegen, so dass gleichzeitig in ein und dasselbe Schiff aus dem Magazin und von den Hurdles gekarrt werden kann.

4) Das Niveau des Kanals.

5) Das Niveau der vor den Feuern hinziehenden Kohlengeleise, so ziemlich mit dem der Pfannen gleich oder auch höher.

6) Das Niveau der Soole des Kohlenlagers, der Schürplätze und des Aschenabführweges.

Über den Betrieb der Commonsalzpflanzen ist noch Folgendes zu bemerken. Wenn eine Pflanze ausgezogen ist, so steht die Soole bedeutend niedriger in derselben, es wird etwas stärker Soole eingelassen und so stark als möglich geschürt, bis das Maximum der Temperatur erreicht ist. Dann wird das Schüren etwas schwächer und gleichmässig fortgesetzt, sowie auch ziemlich constant Soole zugefüllt, so dass der Soolstand sich allmählich in dem Masse erhöht, als das Salz die Pflanze anfüllt. 24 Stunden nach dem Ausziehen wird das Salz angerakt, das heisst, es wird das Salz auf beiden Seiten der Pflanze etwas angezogen von der Mitte weg und am Rande angehäuft, so dass in der Mitte längs der Pflanze ein Kanal gebildet wird, durch welchen die Cirkulation von der vordern zur hintern Seite der Pflanze so lange erhalten bleibt, bis nach weiteren 24 Stunden das Ausziehen stattfindet. Ausser der Arbeit des Ausziehens (Draw) und des An-

ziehens oder Anrakens findet bei den Commonsalzpflanzen noch eine weitere wichtige Arbeit statt, das sogenannte Dodgen. Es wird nämlich durch einen für eine grössere Pfannenzahl besonders dazu aufgestellten Arbeiter (den Dodger) der über den Feuern auf dem Pfannenboden gebildete Pfannenstein alle 2 Tage gleich nach dem Ausziehen mit einem an langem Stiel befestigten Hammer losgeschlagen und aus der Pfanne gezogen. Der hierbei gewonnene Pfannenstein, sogenannter Sandscale, ist sehr dünn (2—3 Millimeter dick) und besteht aus reinem schwefelsaurem Kalk. Durch seine Entfernung wird die Wärmetransmission über dem Feuer vermehrt und das Verbrennen des Pfannenblechs über dem Feuer vermindert. Die Produktion einer Commonsalzpflanze ist zu 42 Tonnen wöchentlich anzunehmen (1 Tonne = 1000 Kilogramm gerechnet, obgleich in Wirklichkeit 1 Tonne englisch = 1016 Kil.). Da jede Pflanze 3 mal in der Woche ausgezogen wird, indem der Sonntag ausfällt, so kommen auf den Auszug 14 Tonnen. Diese 14 Tonnen werden nun durch 2 Mann gemeinschaftlich ausgezogen, indem jeder eine Seite der Pflanze für sich beendigt. Die Arbeit eines Sieders stellt sich demnach auf 7 Tonnen Commonsalz täglich und es würden ebenso viele Sieder gebraucht, als Pfannen vorhanden sind. Feuerleute sind so viele angestellt, dass je einer 4 Pfannen zu heizen hat während seiner Schicht, die 12 Stunden dauert. Es kommen somit auf je 2 Pfannen 1 Feuermann und 2 Sieder oder Panmen (Pfannenmänner).

Die Arbeit bei den Commonsalzpflanzen in Meadowbank geschieht in folgender Ordnung. Morgens 4 Uhr kommen je 2 Mann zum Ausziehen an diejenigen Pfannen, welche der Ordnung nach ausgezogen werden müssen. Das Ausziehen des Salzes dauert $3\frac{1}{2}$ Stunden. Es sind somit beide Seiten einer Pflanze bis $7\frac{1}{2}$ Uhr fertig. Hierauf folgt Ruhezeit bis $8\frac{1}{2}$ Uhr und alsdann werden durch sämtliche Sieder die Asche und Schlacken von den Feuerungen fortgefahren bis 9 Uhr. Hierauf folgt das Abführen des Salzes. Dasselbe kann in Zeit von $2\frac{1}{2}$ Stunden mittelst der kleinen Karren in das Magazin gefahren werden oder aber in derselben Zeit mittelst der grossen Karren in ein Schiff. Das nicht unmittelbar verschifft Salz wird später durch dieselbe Mannschaft verladen. Obige Mannschaft fabrizirt und ladet demnach sämtliches Salz. Ferner besorgt diese Mannschaft das Aus-

steinen der Pfannen, welches aber nicht öfter als etwa alle 2 Monate geschieht.

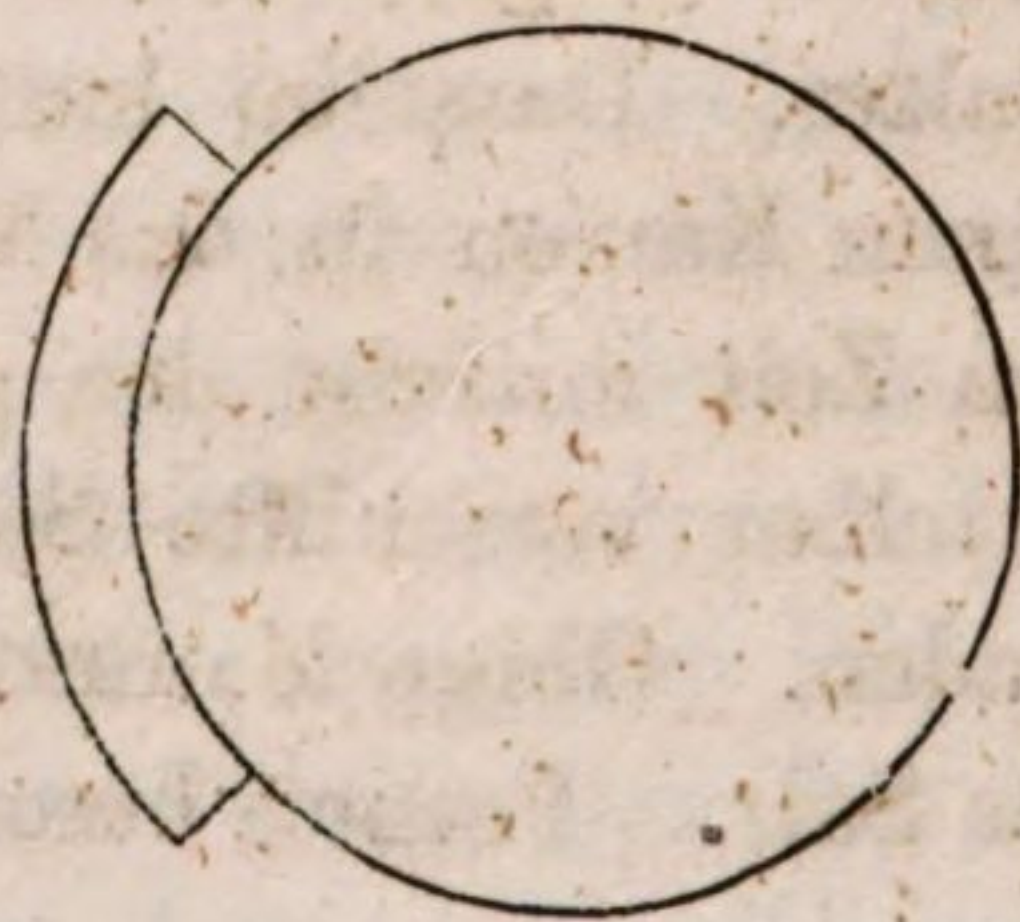
Die Commonsalzpflanzen sind, wie auch die Butter- und Lumpsalzpflanzen, ganz unbedeckt, d. h. ohne Pfannenmantel und die Luft vermischt sich in grossen Massen mit dem Wasserdampf und steigt mit demselben in die Höhe. Die Temperatur der Soole in den Commonpans ist desshalb sehr niedrig im Verhältniss zu der Menge des erzeugten Salzes. Das tägliche Erzeugniss per Quadratmeter Pfannenfläche beträgt an ganz trockenem Salz 100 metrische Pfunde. (1 englisches Pfund ist $\frac{1}{112}$ des Centners, mit welchem unpassendem Verhältniss Niemand rechnen wird.) Die Temperaturen fand ich durchschnittlich vorn stets zu 100° und hinten am ersten Tage 84° und am zweiten Tage 76° , wenn mehr Salz in der Pfanne und die Cirkulation gehindert war. Die Durchschnittstemperatur ist demnach $= 90^{\circ}$. Bei oben angegebener Produktion von 42 Tonnen Salz wöchentlich werden je 2,3 Tonnen Salz auf 1 Tonne Kohlen erzeugt.

Folgendes ist eine Zusammenstellung der verschiedenen Pfannen nach der Grösse skizzirt mit Angabe der Produktion, Pfannenfläche u. s. w.

Commonsalzpfanne
8 M. 16 M. Fläche 128 □M.
Wochenproduktion 42 Tons.

Buttersalzpfanne
7 M. 9 M. Fläche 63 □M.
Wochenproduktion 36 Tons.

Lumpsalzpfanne.
8 M. 10 M. Fläche 80 □M.
Wochenproduktion 40 Tons.



Patent-Cirkularpfanne.
Durchmesser 6,5 Meter
Fläche $= 33$ □M.
Wochenproduktion 24 Tons.

Betrieb der Buttersalzpfannen.

Die Anordnung der Buttersalzpfannen mit den Hurdles, dem Magazin, den Feuerplätzen u. s. w. ist dieselbe, wie bei den Commonsalzpfannen. Dagegen unterscheidet sich der Betrieb, indem durch stärkere Erhitzung der Soole und öfteres Ausziehen in der verhältnissmässig kleinen Pfanne ein feinkörniges Produkt erzielt wird. Die Länge einer Buttersalzpfanne ist = 9 Meter und die Breite = 7 Meter, gibt 63 Quadratmeter oder kaum die Hälfte von der Commonsalzpfanne. Das Erzeugniss beträgt an trockenem Salz mehr als 170 metrische Pfunde täglich auf 1 Quadratmeter Pfannenfläche. Trotz dieses starken Betriebs würde es indessen nicht möglich sein, in den offenen Pfannen hinreichend feines Salz zu erzeugen, ohne die Herbeiführung eines künstlichen Hautens der Pfannen. Dieses Hauten oder »Setting over« wird veranlasst nach jedesmaligem Ausziehen der Pfannen durch Zusatz von Seife und zwar verwendet man weiche Kaliseife (sogenannte soft soap). Es überzieht sich auf Zusatz der Seife die Soole mit einer dünnen Salzdecke, welche die Verdampfung aufhält. Während keine Verdampfung möglich ist, wird zwar viel Abkühlung durch die äussere Luft und damit grosser Wärmeverlust stattfinden, allein die Wärmeabgabe ist doch eine viel geringere, als die Wärmezuführung durch die Feuerung und so ist es möglich, die Pfannen in kurzer Zeit zum Aufkochen zu bringen, wobei die Soole nicht nur über dem Feuer kocht, sondern über der ganzen Pfannenfläche auch nahezu Siedtemperatur hat. Nachdem die Pfanne einmal zum Kochen gebracht ist, beginnt trotz des Hautens die Salzbildung und dieselbe geht fort unter fortwährendem Kochen bis zum nächsten Auszug. Die Seife selbst scheint allmählig zu verschwinden, so dass stets beim folgenden Aufsieden neuer Zusatz erforderlich ist. Die Arbeit der Mannschaft ist folgende: Es sind bei 6 Butterpfannen 8 Sieder oder Pfannenmänner und 4 Feuermänner. Je die Hälfte der Mannschaft ist bei Tag und die andere Hälfte bei Nacht an der Arbeit und zwar Sieder und Feuermänner. Auf 3 Pfannen kommen demnach zum Heizen je 1 Feuermann bei Tag und 1 Feuermann bei Nacht. Die Feuermänner haben hier auch die Asche und Schlacken selbst wegzuführen. Die Sieder wechseln ihre 12stündigen Schichten um 2 $\frac{1}{2}$ Uhr Morgens und 2 $\frac{1}{2}$ Uhr Abends. Die 4 Mann fangen

mit dem Ausziehen der 6 Pfannen an und kommen auf einen Mann 3 Pfannenseiten zum Ausziehen, indem in jeder Schicht jede Pfanne 1 mal ausgezogen werden muss. Nimmt man die Wochenproduktion einer Pfanne zu 36 Tonnen an, so kommen 3 Tonnen auf einen Auszug. Ein Mann hat somit auf 3 Pfannenhälften 4—5 Tonnen auszuziehen und braucht dazu 4 Stunden. Um 6 $\frac{1}{2}$ Uhr Morgens oder Abends ist demnach das Ausziehen beendet. Um 7 Uhr wird das Wegfahren des Salzes in's Magazin begonnen und dauert bis 9 Uhr, also 2 Stunden. Nach dem Wegfahren sind die Pfannen unterdessen aufgesotten und bereits so viel Salz gebildet, dass dasselbe zum ersten Male von der Mitte nach dem Rande der Pfanne angezogen werden kann. Dieses Anziehen wird später noch einmal wiederholt, da es sehr wichtig ist, möglichst wenig Salz über den Feuern und über den nächst dem Feuerfache am stärksten erhitzten Theilen des Pfannenbodens liegen zu haben. Da dieses Anziehen für jeden Mann etwa $\frac{1}{2}$ Stunde in Anspruch nimmt, so ist die ganze wirkliche Arbeitszeit der Buttersalzsieder 7 Stunden. Nebenbei erfolgt noch als ausserordentliche Arbeit das Aussteinen der Pfannen, das sich im Durchschnitt bei jeder Pfanne alle 4 Wochen wiederholt. 4 Mann können in 3 Stunden eine Pfanne aussteinen und reinigen. Das in das Magazin geführte Buttersalz wird von andern Arbeitern geladen und es ist keine Einrichtung getroffen, um das Salz direkt von den Pfannen in das Schiff zu führen.

Den Kohlenverbrauch kann man so annehmen, dass mit 1 Tonne Kohlen 1,9 Tonnen Salz erzeugt werden.

Betrieb der Lumpsalz- (Stovedsalt-)pfannen.

Der Betrieb der Lumpsalzpfannen ist dem der Buttersalzpfannen sehr ähnlich, nur mit dem Unterschied, dass das Salz bei ersteren getrocknet wird. Wir haben die 8 Meter breiten und 10 Meter langen Pfannen mit ihren langen Seiten parallel und den Hurdles dazwischen in einer Reihe nebeneinander stehend. Vor den Pfannen sind die Kohlenbahn und der Kohlenlagerplatz sowie die Schürstätten für die Feuerungen. Hinter den Pfannen haben wir, anstatt den Rauch gleich in Kamine zu leiten, eine Reihe von Kanälen, in welchen der Rauch parallel zu seiner vorherigen Richtung durchzieht, um nach einem Wege von etwa 12 Metern in ein gemeinschaftliches Kamin zu gehen. Die Kanäle

sind 1 Meter breit und nicht ganz 1 Meter hoch über die Soole hervorstehend. Sie stehen ferner 1 Meter von einander ab. Die dadurch entstehenden Zwischenräume heissen Gräben oder Ditches. Die Kanäle oder Züge heissen Flues. Dieselben sind oben mit Eisenplatten bedeckt, um die Wärme durchzulassen. Diese Flues und Ditches bilden nun den ganzen Trockenapparat. Die Räume, in welchen sie sich befinden, heissen Hothouses und über oder hinter den Hothouses ist ein Magazin für das getrocknete Lumpsalz, welches Magazin auch etwas erwärmt sein muss.

Die Pfannen werden nun derart betrieben, dass sie ein möglichst feines Salz liefern, welches nach dem Ausschöpfen leicht eine feste Masse bildet. Es wird zu dem Ende stets etwas Seife in die Pfannen geworfen, wie bei den Buttersalzpflanzen. Es wird durch 2 Mann abwechselnd in 12stündigen Schichten je eine Pfanne betrieben, indem derselbe Mann zugleich heizt und auszieht. Jeder Mann hat noch einen Jungen bei sich oder ein Weib. Morgens um 3 Uhr kommt ein Mann auf die Schicht und findet die Pfanne zum Ausziehen bereit. Er fängt an auszuziehen und braucht dazu 6 Stunden. Der Auszug liefert circa 4 Tonnen Salz. Das Salz wird (anstatt in Haufen auf die Hurdles) in länglich viereckige Kisten (boxes) geschüttet und darin auf den Hurdles so lange stehen gelassen, bis es Festigkeit genug hat, um in Einem Stück ausgeleert zu werden, zu welchem Ende die Kisten stark conisch gemacht sind. Nachdem diese viereckigen Salzpyramiden, welche man Lumps nennt, einige Zeit auf den Hurdles gestanden haben, trägt sie der Junge in derselben Aufeinanderfolge, wie sie geschöpft wurden, in die Hothouses und zwar legt er dieselben nicht auf die Flues, sondern stellt sie aufrecht dicht aneinander in die Ditches zum Vertrocknen. Wenn das Ausziehen fertig ist, so wird das Soolniveau durch Einlassen wieder hergestellt und so stark als möglich erhitzt. Nach 2 Stunden, um 11 Uhr Morgens, soll die Pfanne im Kochen sein und fortkochen bis 2 Uhr, zu welcher Zeit das erste Mal Salz angezogen oder angerakt werden muss. Nach dem Anziehen wird wieder stärker erhitzt, bis um 3 Uhr Mittags die nächste Schicht beginnt. Mit dem Trocknen der Lumps haben die Sieder nichts mehr zu thun, nachdem sie dieselben in die Ditches gebracht haben. Bei einer Probe mit schlechten Kohlen fand ich den Kohlenverbrauch gleich einer Tonne Kohlen auf nur 1,5 Tonnen

Salz, obgleich der Kohlenverbrauch sonst geringer angenommen wird. Die Temperaturen waren bei 3 Pfannen folgende:

Durchschnittstemperatur von 6 Tagen:

Ecke vorn, hinten, Mittel, vorn, hinten, Mittel, vorn, hinten, Mittel.

95° 88° 92° 99° 93° 96° 95° 93° 94°

Temperaturmaximum vorn,

105°

105°

107°

Temperaturminimum hinten

68°

72°

82°

Die mittlere Temperatur der Lumpsalzpflanzen wäre demnach zu 94° anzunehmen. Ferner ist während des Kochens die ganze Pflanze nahezu auf dem Siedpunkt, während beim Einlassen der Soole nach dem Ausziehen die Temperatur sehr bedeutend sinkt. Die Gesamtproduktion einer Lumps pflanze ist zu 40 Tonnen wöchentlich anzunehmen, wenn Samstag Mittag aufgehört und Montag früh wieder angefangen wird, somit 10 12stündige Auszüge von je 4 Tonnen gemacht werden. Diess gibt 3200 Lumps wöchentlich, da 80 derselben auf die Tonne gehen. Einer Pflanze gehören 4 bis 5 Flues und 5 bis 6 Ditches zu. In letzteren haben wenn die Lumps doppelt übereinandergestellt werden, circa 1600 Lumps Raum und auf den ersteren ebensoviele, wenn dieselben in 4 bis 5 Lagen auf die Flues gelegt werden. Es reicht demnach der gesammte Trockenraum einer Pflanze gerade hin, um eine Wochenproduktion aufzunehmen. Werden nun in gleicher Reihenfolge täglich so viel getrocknete Lumps aus den Hothouses genommen, als der Reihe nach nasse Lumps eingetragen werden, so kann jedes einzelne Stück nahezu eine Woche im Trockenraum bleiben, was für ein completes Durchtrocknen hinreichend ist. Die Lumps kommen, wie bereits angegeben, zuerst in die Ditches, um hier vorzutrocknen und werden alsdann nach 3 Tagen auf



die Flues gelegt, auf welchen sie ebenso lange liegen bleiben. Das Vertrocknen der Lumps in den Ditches ist sehr nothwendig, weil dieselben stets noch viel Soole abgeben, welche allmählig den Boden der Ditches mit Salz überwachsen macht, welches Salz von Zeit zu Zeit weggeschafft wird. Kämen die Lumps direkt auf die Flues, so würde die Soole durch deren Bedeckung durchdringen und die Kanäle mit Salz anfüllen. Das Übertragen der Lumps von den Ditches auf die Flues und der Transport der getrockneten Lumps von den

Flues in das Magazin geschieht nicht durch die Sieder, sondern durch eine andere Mannschaft, die sogenannten Lofter's. Dieselben, 2 Mann und 2 Jungen, besorgen sämtliche Lumps von 8 Lumpspfannen. Die getrockneten Lumps kommen nun entweder als solche in den Handel oder sie werden zerbrochen und in Säcke gefüllt. Letztere Sorte Salz heisst Factory filled.

Diese Thatsache, dass das zu trocknende Salz nicht nur mühsam in Lumps geformt, sondern das Lumpsalz wieder noch mühsamer zerbrochen wird, beweist, dass die Bildung der Lumps hier für den Trocknungsprozess unentbehrlich sein muss und nöthigt uns, näher darauf einzugehen, warum in England das Lumpstrocknen dem Trocknen des Salzes in ungeformter Gestalt als loser Masse vorgezogen wird, und umgekehrt, warum diess auf den württembergischen Salinen nicht der Fall ist. Wir werden sehen, dass beides seine guten Gründe hat.

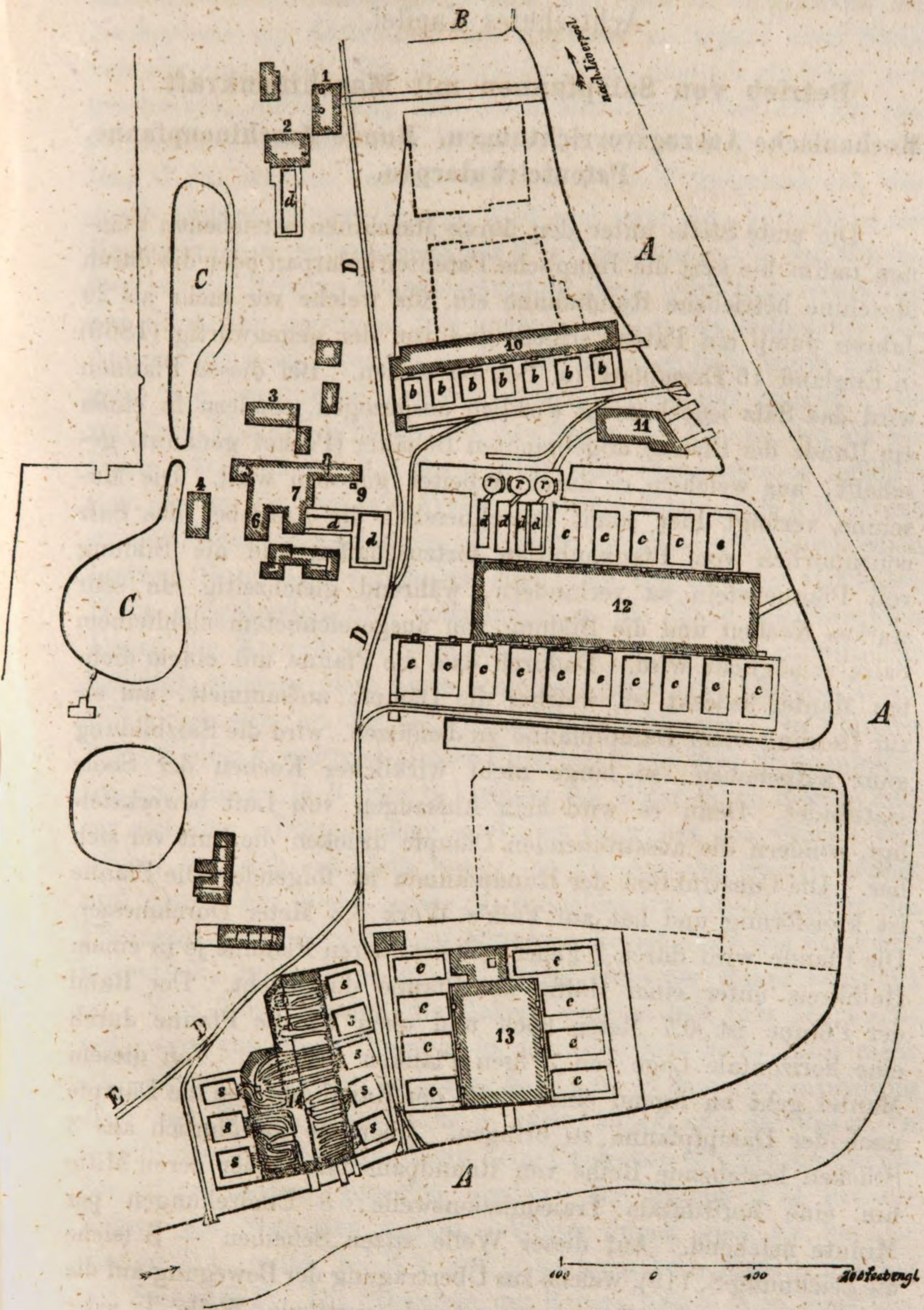
Auf den württembergischen Salinen wird das aus den Pfannen geschöpfte lose Salz nach vorhergehendem kurzem Abtraufen auf die Trocknungen gebracht. Die Trocknungen bestehen dort aus grossen Böden von Steinplatten oder Eisenblech, die von unten durch Dampf oder Rauch geheizt werden und auf welchen das Salz etwa 1 Decimeter hoch aufgetragen wird. Die Erwärmung des Salzes geschieht hierbei langsam von unten durch die ganze Masse hindurch, während die Trocknung nur an der Oberfläche stattfindet. Um das Salz ganz durchzutrocknen, muss es häufig gewendet werden. Dieses Wenden kostet sehr viel Arbeit, um so mehr, je feiner das Salz ist. Denn das Salz backt fortwährend zusammen und setzt sich an dem Herdboden fest. Ohne das Wenden würde die Salzmasse nur nach sehr langer Zeit trocken und dann am Ende eine feste, auf der Trocknung angebackene Masse bilden. Die Temperatur der Trocknungen ist eine sehr niedrige im Vergleich mit den englischen Hothäusern, die der Rauchtrocknungen ebensowohl als die der Dampftrocknungen. Es würden Lumps bei so niedriger Temperatur nicht durchtrocknen und eine höhere Temperatur kann man auf diesen Salinen nicht haben, weil bei dem hohen Brennmaterialpreise die Wärme möglichst vollständig unter den Pfannen ausgenützt werden muss. Ferner wird die Bildung von Lumps immer schwieriger, je gröber das Salz ist, und ist zuletzt bei dem eigentlichen Grobsalz, sowie bei dem Dampfsalz unter keinen Umständen mehr durchführbar.

Letztere Salzsorlen trocknen übrlgen sehr leicht und brauchen wenig Arbeit auf den Herdtrocknungen, da sie nicht viel anbacken und zusammenbacken können. Beim groben Salz macht somit wenn dasselbe überhaupt getrocknet sein muss, das Trocknen auf Herden sehr wenig Arbeit und es würden Lumps mehr kosten, falls überhaupt Lumps gemacht werden könnten. Für das Grobsalz ist ein für allemal das Herdtrocknen zweckmässig und nichts Anderes. Je feiner dagegen das Salz ist, desto mehr nimmt die Schwierigkeit des Trocknens auf den Herdtrocknungen zu und dasselbe eignet sich um so mehr zum Lumpsformen. Lumps können aber nur bei hoher Temperatur und bei grossem Wärmeüberschusse gut getrocknet werden. Diese Bedingung ist nun bei den Lumpspfannen in England in hohem Grade erfüllt, indem der Rauch zeitweise beinahe mit Glühhitze von der Pfanne abzieht. Ferner hat das Formen der Lumps gerade hier die allergeringste Schwierigkeit, indem die Pfannen ohnediess ganz unbedeckt sind, während anderswo von Feinsalzpflanzen der Dampf benützt wird und das Lumpsformen die Dampfaufsammlung hindern oder besondere Vorkehrungen gegen Dampfverlust erforderlich machen würde. Es treffen bei diesen Lumpsalzpflanzen alle Umstände zusammen, welche für die Darstellung der Lumps günstig sind und es kommt der ganze Vortheil der Arbeitersparung bei diesem System in vollem Umfange zur Ausnützung. Die ganze Arbeit mit diesen Lumps ist ungemein einfach. Ihre Darstellung nimmt nicht viel Zeit weg, sonst könnte nicht ein Mann in einer 12stündigen Schicht 4 Tonnen liefern und zugleich die Pfannen heizen. Bei den Buttersalzpflanzen liefert ein Mann auch nur 4 bis 5 Tonnen Salz per Schichte, ohne dass dasselbe in Lumps geformt ist. Er hat dieses Salz selbst in das Magazin zu schaffen, aber dafür nichts mit der Heizung zu thun. Beim Lumpsmachen wird das Fortschaffen des Salzes in's Magazin durch den Jungen oder durch Weiber besorgt. Sind die Lumps einmal in den Ditches, so ist nicht viel mehr mit denselben zu thun. Sie werden durch die Lofters nach 3 Tagen auf die Flues gelegt und von da nach weiteren 3 oder 4 Tagen aus dem Trockenraum in das Magazin geschafft. Ausserdem aber brauchen sie im Hothouse nicht angerührt zu werden, sondern trocknen von selbst ganz durch. Einfacher und leichter in Bezug auf die Arbeit kann keine Trocknungsvorrichtung sein. Dass das Trocknen überhaupt nur den geringern Theil der ganzen

Fabrikation ausmacht, folgt daraus, dass 4 Mann dasselbe für die Produktion von 8 Pfannen besorgen können, ferner daraus, dass für das Anfertigen einer Tonne Lumps 18 Pence und für das Loften derselben 3,5 Pence bezahlt werden. Das Loften wird übrigens dadurch noch erleichtert, dass ein Theil der Lumps direkt von den Flues weg verladen wird und so nicht erst in's Magazin geschafft werden muss. Das Laden geschieht unter Beihilfe von anderer Mannschaft und wird mit 2,5 Pence per Ton bezahlt.

**H. E. Falk's Salzwerke. 1869. Meadowbank, Winsford,
Cheshire, England.**

- A. Fluss Weaver. Für Kohlenzufuhr und Salzversendung nach Liverpool.
- B. Dockyard.
- C. Soolreservoir (Brinecistern).
- D. Rollbahnen für den Transport der Kohlen vor die Feuer und die Abfuhr der Schlacken bestimmt. Später Geleise für die Eisenbahnwaggons an Stelle der jetzigen.
- E. Im Bau begriffene West-Cheshire-Eisenbahn für Kohlen- und Salztransport.
 - 1. Steinsalzschächte.
 - 2. Fördermaschine.
 - 3. Schmiede.
 - 4. Zimmerhütte.
 - 5. Dreherei u. s. w.
 - 6. Kessel.
 - 7. Soolfördermaschine.
 - 8. Reservesoolschacht.
 - 9. Soolschacht im Betrieb.
 - 10. Buttersalzmagazin.
 - 11. Patentbuttersalzmagazin.
 - 12. Commonsalzmagazin.
 - 13. Commonsalzmagazin.
 - 14. Lumpsalztrocknungen und Magazine.



Achtzehntes Kapitel.

Betrieb von Salzpflanzen mit Maschinenkraft.

Mechanische Auszugsvorrichtungen. Runde Maschinenpfanne. Patentcirkularpan.

Die erste Stelle unter den durch Maschinen betriebenen Pfannen nahm bis jetzt die Jump'sche Patentcirkularpan oder die durch Maschine betriebene Rundpfanne ein, für welche vor mehr als 20 Jahren Jump ein Patent erhielt und von der gegenwärtig (1869) in England 15 Exemplare im Betrieb stehen. Bei diesen Pfannen wird das Salz jedoch nicht wirklich ausgezogen, sondern in einen am Rande der Pfanne angebrachten Behälter (Pocket genannt) geschafft, aus welchem es durch Arbeiter gehoben wird. Die Maschine verfolgt hier somit ausschliesslich die Aufgabe, das Salz continuirlich vom Pfannenboden fortzuschaffen und die Bildung von Pfannenstein zu verhindern, während gleichzeitig ein sehr starkes Kochen und die Bildung von ausgezeichnetem mehlfeinem Salze ermöglicht wird. Dadurch dass die Pfanne mit einem dichten Mantel bedeckt ist, welcher die Dämpfe aufammelt, um sie zur Heizung einer Dampfpfanne zu benützen, wird die Salzbildung ganz aufgehoben, so lange nicht wirkliches Kochen der Soole stattfindet. Denn es wird kein Aufsaugen von Luft bewerkstelligt, sondern die ausströmenden Dämpfe drücken die Luft vor sich her. Die Konstruktion der Rundpfannen ist folgende: Die Pfanne ist kreisförmig und hat auf Falk's Werk 6,3 Meter Durchmesser. Die Pfanne wird durch 2 Feuer geheizt, deren Flamme je in einem Halbkreis unter einer Hälfte der Pfanne durchzieht. Der Rand der Pfanne ist 0,7 Meter hoch und oben ist die Pfanne durch eine horizontale Lage von 3"igen Planken bedeckt. Von diesem Mantel geht an irgend einer Stelle der Kanal aus, um die Dämpfe nach der Dampfpfanne zu bringen. Über die gewöhnlich aus 3 Stücken bestehende Reihe von Roundpans führt über deren Mitte hin eine horizontale Transmissionswelle, 8 Umdrehungen per Minute machend. Auf dieser Welle sitzen Scheiben — S (siehe die Zeichnung S. 119), welche zur Übertragung der Bewegung auf die durch die Axe der Roundpan gehende vertikale Welle T jeder Pfanne dienen und zwar in der Weise, dass die Bewegung unterbrochen wird, sobald die in der Pfanne arbeitenden Rakers oder

Krücken auf ein Hinderniss stossen, das ohne die Möglichkeit des Nachgebens ein Zerbrechen des Apparats an irgend einer Stelle veranlassen würde. Um die Scheibe S ist nämlich ein Ring aufgeschraubt, dieser Ring hält einen Mitnehmer, der auf das lose aufgesteckte conische Rad B wirkt und dieses Rad greift in das Rad C ein, welches auf die vertikale Welle T festgekeilt ist, wodurch alsdann letztere bewegt wird und zwar dem Verhältniss der Raddurchmesser entsprechend mit $2\frac{1}{2}$ Umdrehungen in der Minute. Der auf die Scheibe S aufgeschraubte Ring wird nun vermittelt der Schrauben gerade so fest angepresst, dass der Mitnehmer den Apparat eben zu bewegen im Stande ist, aber hält, sowie ein irgend wie erheblicher ausnahmsweiser Widerstand eintritt. Die vertikale Welle T geht bis auf den Boden der Pfanne, wo sie ihr Lager hat. 0,2 bis 0,3 Meter über dem Pfannenboden befindet sich das an die vertikale Welle befestigte Kreuz A E F G T aus starken Schmiedeisenstangen, die gegen die Mitte noch durch einen eisernen Ring R R verbunden sind. An den mit der vertikalen Welle umgehenden und vollständig in die Soole eingetauchten Armen des Kreuzes sind nun die Rakers noch nicht unmittelbar befestigt, sondern diese Arme schleppen jeder eine kürzere Stange P P hinter sich, an der die kleinen Rakers hängen. Die Stangen P P schleifen vermittelt kleiner Unterlagen auf dem Pfannenboden hin und ziehen je 5 oder 6 kleinere 0,5 Meter lange Rakers hinter sich her. Diese Rakers sind mit einer Art von Gelenk versehen, um sich ein klein wenig um die Axe der Stange drehen und damit den nicht ganz zu vermeidenden Unebenheiten des Pfannenbodens nachgeben zu können. Es ist diess aus der Figur ersichtlich, indem eine genaue Skizze eines der Raker beigelegt ist. Zum Theil werden die Rakers zwar so mit Salz überwachsen, dass von einer Drehung in den Gelenken keine Rede mehr ist. Einzelne bewegen sich aber ganz gut, so dass die Einrichtung doch von Werth bleibt. Die 4 Arme haben nun die Rakers in verschiedenen Stellungen, damit beim Umdrehen sämtliche Punkte des Pfannenbodens getroffen werden. Die Stange T G hat die Rakers am Weitesten aussen. Weiter innen sind sie bei der Stange T A, weiter bei E T und ganz nahe beim Mittelpunkt bei der Stange T F. Die Schaufeln der Rakers liegen je in einer Geraden, die nicht durch den Mittelpunkt geht, sondern von demselben abweicht, in derart schräger Richtung, dass die Rakers das

Salz während der kreisförmigen Bewegung auch gleichzeitig nach aussen treiben. So einfach diese Maschinenvorrichtung ist, so hat sie diese Unvollkommenheit, dass die Rakers nicht direkt wirkend das Salz dahin ziehen, wo man es haben will, sondern dasselbe wie namentlich auch die ganze Soolenmasse im Kreis herumtreiben und nur nebenbei allmählig nach aussen schieben. Das am Rande angelangte Salz wird schnell durch die äussersten Raker in den Pocket oder Sumpf gezogen. Es wirkt hiebei hauptsächlich der an dem äussersten Ende der Stange E T angebrachte einzelne Randraker H, welcher auch besonders skizzirt ist. Um das Salz von den Seitenwandungen loszuschaffen, ist bei G auch noch ein vertikaler Schaber angebracht, der 7 Centimeter vom Blechrand absteht. Ferner ist mit der Stange T G auch noch eine Kette K K verbunden, welche auf dem Boden nachgeschleppt wird und dazu dienen soll, das Salz aus den kleineren Vertiefungen und Ausbauchungen des Bodenblechs zu schaffen, in welche die Rakers nicht eindringen können. Der Sumpf oder Pocket ist etwa 0,3 Meter tiefer, als der Pfannenboden. Die Soole steht in demselben etwa 0,7 Meter tief und in der Pfanne 0,4 Meter. Besonders wichtig ist das Zurückstehen des Sumpfes innerhalb der Peripherie der Pfanne um 0,2 Meter, wie aus der Figur ersichtlich, weil dadurch alles am Rande der Pfanne im Kreis herum bewegte Salz zum Eintritt in den Sumpf gezwungen wird.

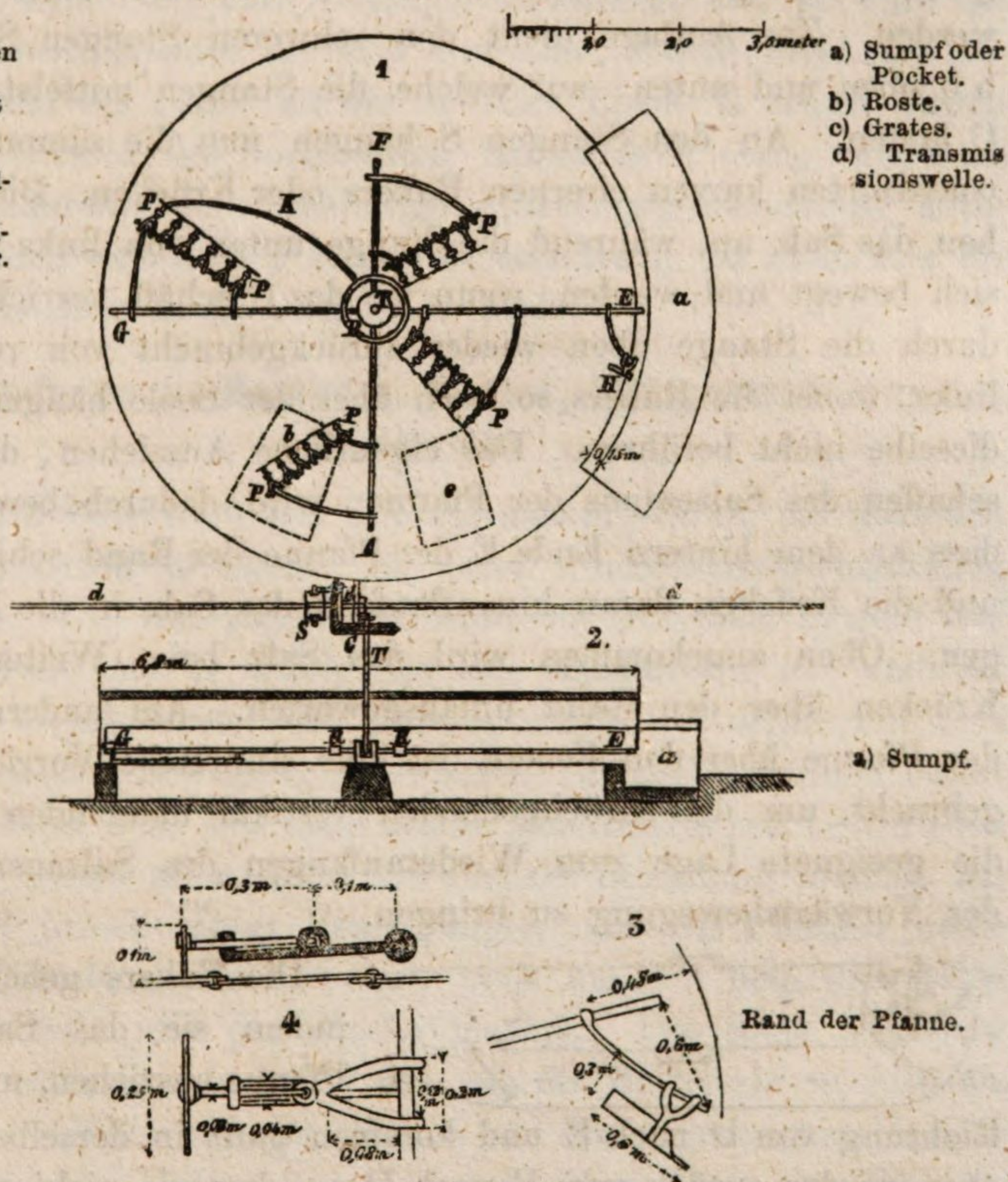
Die Blechstücke, aus denen der Pfannenboden zusammengesetzt ist, sind in der Weise übereinander genietet, dass die in einerlei Richtung bewegten Rakers beim Übergang über die Verbindungsstellen stets vom überdeckenden Blech auf das verdeckte gehen, also nicht hängen bleiben können. Die über dem Feuer befindlichen Theile des Pfannenbodens brauchen alle 4 Wochen Reparatur. Was man gegen die Wirkungsweise der Maschine einwenden kann, ist, dass die Rakers das Salz nicht direkt vom Feuer weg, sondern mehrmals über dasselbe herziehen, ehe es in den Pocket fällt.

Der Betrieb dieser Pfannen ist einfach. Sie werden so continuirlich als möglich im Kochen gehalten und der Sumpf ausgezogen, so oft er voll ist, was etwa 8 mal des Tages der Fall ist. Das Salz wird in Karren geschöpft, die mit doppeltem Boden versehen sind und den grössern Theil der Soole durch eine Rinne in die Pfanne zurücktreten lassen. Die Karren werden direkt in's

Magazin geführt. Die Soole wird abwechselnd zugelassen und es muss stets der untere Rand des unten offenen Pfannenbords innerhalb des Sumpfes überdeckt bleiben, so dass die Soole den innerhalb des Mantels befindlichen Dampf von der äussern Luft abschliesst. Eine Cirkularpfanne erzeugt wöchentlich 24 Tonnen des ausgezeichneten mehlfeinen Salzes, des sogenannten Patentbuttersalzes, das nach dem Ablagern im Magazin ungetrocknet in den Handel kommt und einen viel höhern Werth hat, als das gewöhnliche durch Handarbeit erzeugte Buttersalz. Die zugehörigen Dampfpfannen geben etwa 8 Tonnen Salz wöchentlich, wenn sie gut sind, und dazu kommen noch einige Tonnen von der mehreren Rundpfannen gemeinschaftlichen Rauchpfanne.

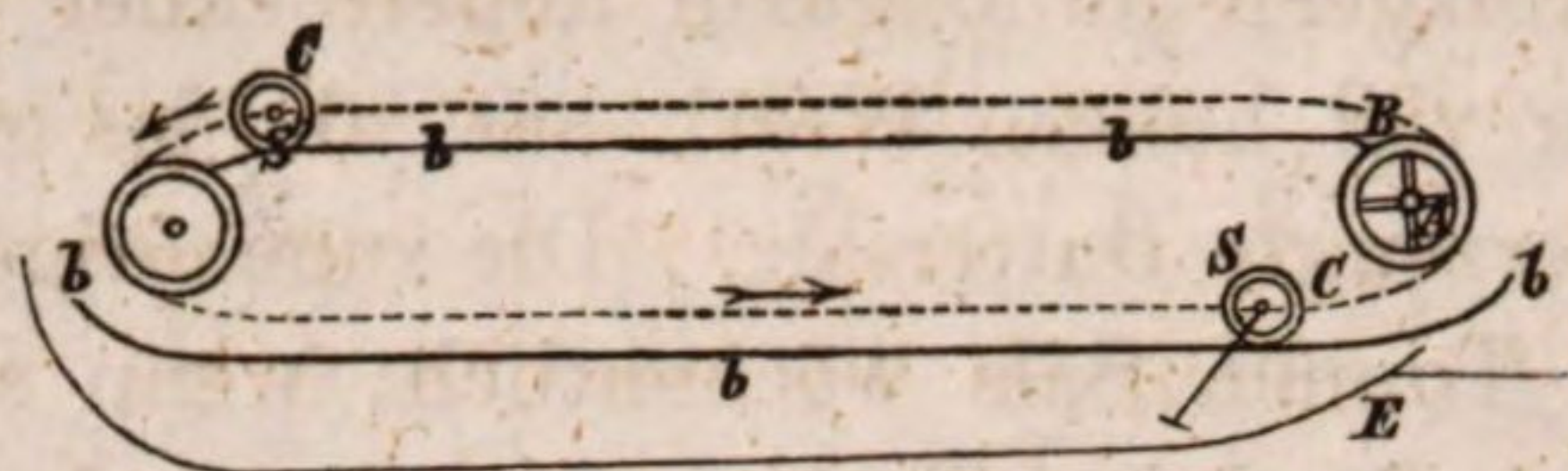
Runde Maschinenpfannen. Patenteirkularpan. Meadowbank.

- 1) Pfanne mit den Rakers.
- 2) Querschnitt durch die Mitte.
- 3) Grosser Rand-raker H.
- 4) Kleine horizontale Raker.



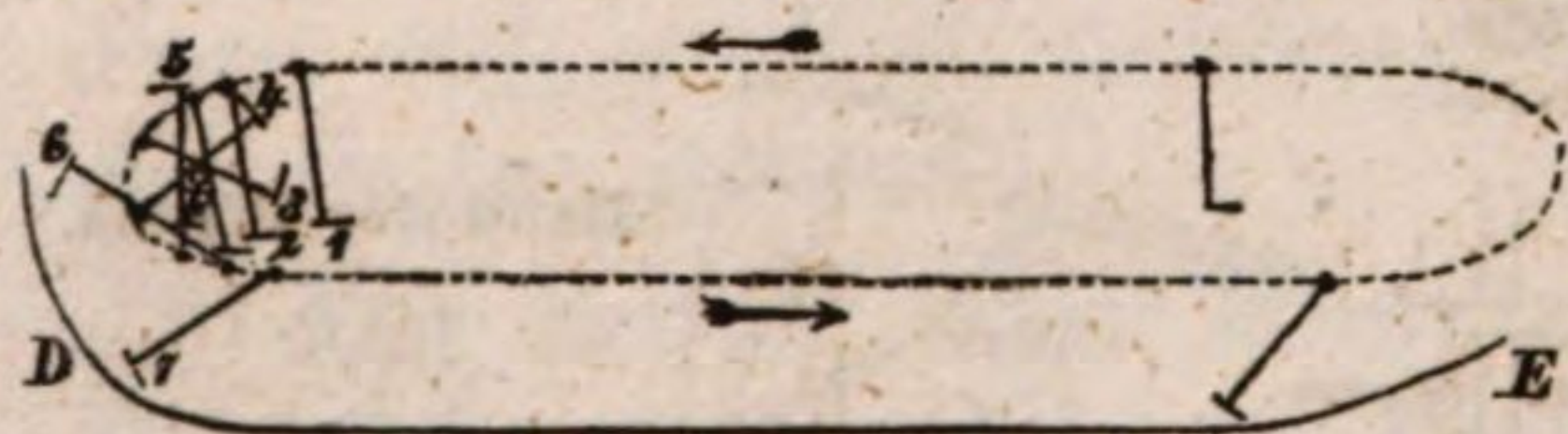
Erste Maschinenpfanne von Hamer u. Davis, Wingham-Salt-works, Northwich.

Bis November 1868 war die erste patentirte Maschinerie zum Ausziehen einer länglich viereckigen Pfanne auf diesen Werken im Betrieb und soll hiemit in Kürze beschrieben werden, obgleich sie jetzt durch eine verbesserte Einrichtung ersetzt ist.



Zu beiden langen Seiten der Pfanne ist je eine endlose Kette angebracht, welche beide durch Dre-

hung der Welle A und der auf diese gekeilten Rollen B bewegt werden. In der endlosen Kette sind die Zapfenenden zweier Stangen S befestigt, welche hiedurch mit über die Pfanne wegbewegt werden. Zur Auflage dient den schweren Stangen S die Bahn b b oben und unten, auf welche die Stangen mittelst der Räder C laufen. An den Stangen S hängen nun die sämtlich gleich construirten kurzen eisernen Rakers oder Krücken. Dieselben ziehen das Salz an, während die Stange unten von links nach rechts sich bewegt und werden, wenn sie das Geschäft verrichtet haben, durch die Stange oben wieder zurückgebracht von rechts nach links, wobei die Rakers so hoch über der Soole hängen, dass sie dieselbe nicht berühren. Das eigentliche Ausziehen, das Heraus-schaffen des Salzes aus der Pfanne, wird dadurch bewerkstelligt, dass an dem hintern Ende E der Pfanne der Rand schief ansteigt und die Krücken daran hinauflaufend das Salz in die Höhe bringen. Oben angekommen wird das Salz beim Weitergehen der Krücken über den Rand hinausgeworfen. Am andern Ende D der Pfanne über den Feuern ist eine sinnreiche Vorrichtung angebracht, um die zurückgehenden vertikal hängenden Rakers in die geeignete Lage zum Wiederanfangen des Salzausziehens bei der Vorwärtsbewegung zu bringen.



Die Rakers gehen nämlich, indem sie das Salz in der Pfanne ausziehen, unten in der

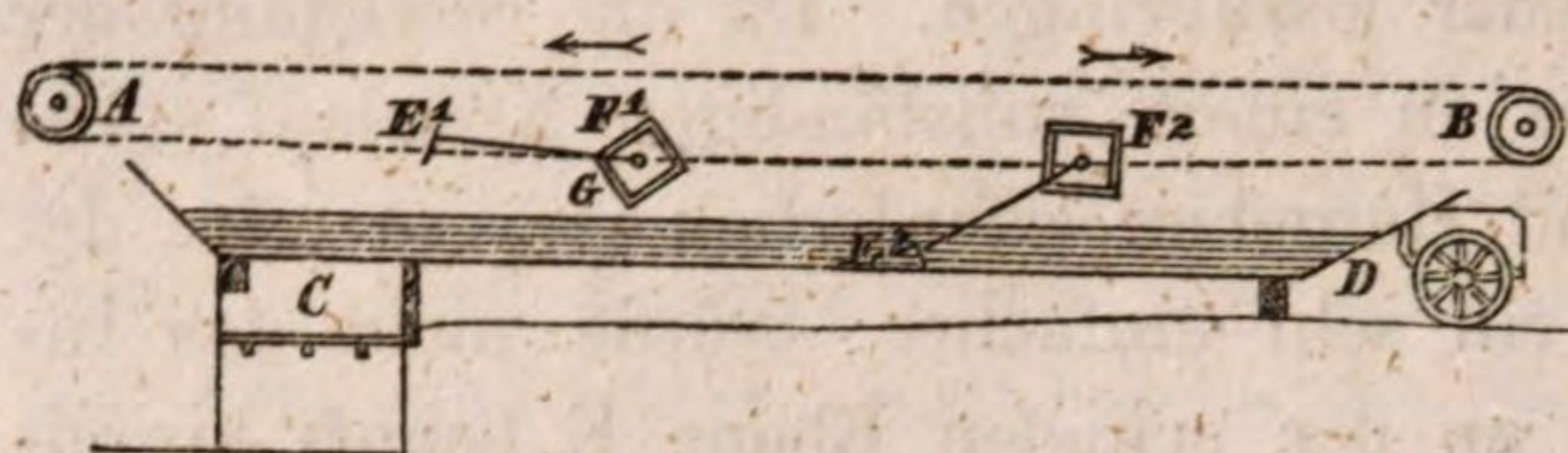
Richtung von D nach E und kommen ganz in derselben Stellung oben wieder zurück von E nach D, so dass sie nicht unmittelbar auf den Pfannenboden niedergelassen werden können. Sie müssen vielmehr nahezu vollständig um sich selber gedreht werden, damit

sie zum Anschlagen an die Wand D und damit zum richtigen Anfangen der Bewegung über dem Pfannenboden gelangen können. Diese Umdrehung wird sehr einfach dadurch bewirkt, dass man der Rakersreihe bei ihrer Fortbewegung in der Nähe des vordern Pfannenendes ein Hinderniss in den Weg setzt, in Gestalt einer über die Breite der Pfanne reichenden hölzernen Welle F, um welche sich sämmtliche Rakers wenden müssen, wenn sie überhaupt weiterbewegt werden sollen. Die Rakers nehmen nacheinander die in der Skizze mit 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 bezeichneten Lagen an und schlagen dabei heftig an die Rückwand D, was den Zweck hat, zugleich die an den Rakers festsitzenden Salzkrusten continuirlich wieder loszubringen. Da die Bewegung der Stangen auf diese Weise in einem vollständigen Kreislauf stattfindet und kein Hin- und Hergehen erforderlich ist, so wäre der Bewegungsmechanismus ein sehr einfacher, würde nicht das Indiehöheziehen des Salzes an der schiefen Ebene E behufs hinreichenden Abflusses der Soole einen langsameren Gang erfordern. Es wird dadurch eine selbstthätige Ausrückungsvorrichtung nothwendig, durch welche eine stärkere Übersetzung der Zahnräder für die Zeit des Auswerfens eingeleitet wird.

Maschinenpfanne in Hamer u. Davies, Wingham Saltworks, Northwich.

Den 10. Juni 1869 war ich auf diesem Werke, um nach den Maschinenpfannen zu sehen. Es waren 2 neue Maschinenpfannen im Betrieb. Die alte zuerst mit Maschine betriebene Pfanne war ausser Betrieb und es wurde die alte Maschinerie mit endloser Bewegung abgebrochen, um dieselbe durch die neuere mit hin- und hergehender Bewegung zu ersetzen, welche bedeutend besser zu sein scheint. Es soll diese neuere Maschinerie nun beschrieben werden, so genau als es ohne ausführliche Zeichnung möglich ist. Zuvor sind jedoch einige Bemerkungen über die Pfannen nothwendig. Dieselben sind 26' engl. breit und 70' lang und sollen 70 Tonnen Salz jede per Woche machen. Das Korn ist feiner als Commonsalz und nicht so fein als für Buttersalz erforderlich. Es ist in der Mitte zwischen beiden und dem sogenannten Marine-salt gleich. Die Feuerungen sind am einen Ende der Pfannen und der Rauchabzug am entgegengesetzten. Beim Rauchabzug bildet die schiefe Ebene das Pfannenbord, über welches das Salz

durch die Rakersreihe unmittelbar in darunter gestellte Salzkarren von ganz gewöhnlicher Konstruktion gestürzt wird. Die Karren werden, wenn sie voll sind, in's Magazin gefahren und zwar ist es möglich, während eines einzelnen Spiels der Maschine alle 7 an der Zahl abzuführen und wieder unterzustellen. Dieses Spiel der Maschine geht nun in folgender Weise vor sich. Es ist statt bisheriger 2 Stangen und 2 Rakersreihen nur 1 einzige Stange vorhanden mit einer einzigen quer über die Pfanne gehenden Reihe von Rakers; die Stange, an welcher die Rakers charnierartig hängen, ist durch ein Rahmenwerk verstärkt, welches zugleich noch zum Aufheben der Rakers dient (beim leeren Vorgehen derselben).



Vorstehende Skizze zeigt die Bewegung im Allgemeinen. A und B Rollen für die auf jeder

der beiden Langseiten der Pfanne befindlichen Drahtseile, welche die hin- und hergehende Bewegung auf die Stange oder das Rahmenwerk F übertragen, das quer über die Pfanne geht und an beiden Enden mit den Drahtseilen verbunden ist. C D ist die Pfanne im Längenquerschnitt. Bei C ist die Feuerung und bei D der Rauchabzug. Die Rakers ziehen das Salz aus in der Richtung von C nach D und halten auf diese Weise das Feuerfach sehr rein, indem nur Salz weggezogen und absolut keines darüber hingeschleppt werden kann, wie diess bei den Patentcirkularpfannen der Fall ist. Bei D ist die schiefe Ebene, an welcher das Salz durch die Rakersreihe hinaufgezogen wird, um es über den Rand in die darunter stehenden Karren zu stürzen. Die Bewegung ist so abgemessen, dass die Rakers jedesmal eine volle Ladung Salz mitbringen. F_1 ist die Stellung des Rahmens beim leeren Vorgehen von B nach A, indem der 4seitige Rahmen durch einen hängenden und auf einer mit der Stange fortgehenden Unterlage befindlichen Bolzen so aufgehoben wird, dass die sämtlichen Rakerstangen durch die Kante G_1 des Rahmens getragen werden und die Rakers E über die Soole herausstehen. Im Moment, da der Rückgang mit arbeitenden Rakers beginnen soll, stösst der erwähnte Stehbolzen irgendwo an und wird losgedrückt, so dass der Rahmen durch die Schwere der Rakers um seine Axe gedreht wird und sämtliche Rakers in die Stellung E_2 kommen, wie der Rahmen in die Stellung F_2 . In dieser Stellung findet

nun die Bewegung nach hinten statt, bei welcher die Rakers auf dem Boden der Pfanne geschleift werden und das Salz fortgezogen wird. Beim Hinaufgehen an der schiefen Ebene wird die Bewegung verlangsamt. Wir haben überhaupt dreierlei Geschwindigkeiten. Die grösste beim Vorgang der leeren Rakers, die mittlere beim Arbeiten der Rakers auf dem Pfannenboden und die allerkleinste beim Ansteigen der Rakers die schiefe Ebene hinauf. In letzterem Fall ist die geringe Geschwindigkeit nicht nur ein Mittel für besseres Ablaufen der Soole vom Salz, sondern es wird dadurch zugleich das Moment der Kraft vermehrt, um ohne Vermehrung der Maschinenkraft die Rakers, den Rahmen und das Salz in die Höhe ziehen zu können. Wenn die Rakers ihren Dienst gethan, das Salz angezogen und in die Karren geworfen haben, so sind sie wieder in die aufgehobene Stellung zu bringen, um wieder leer vorgehen zu können, ohne dass die Soole von ihnen berührt wird. — Zu dem Ende werden bei Bewegung der Axe mit dem Rahmen fest verbundene Rollen der Art in Bahnen geführt, dass die Rahmen selbst um ihre Axen gedreht werden. Diese Drehung wird soweit ausgeführt, bis die durch F_1 repräsentierte Stellung erreicht ist und dann gelangt der Stehbolzen selbstthätig in seine Stellung und verhindert bis auf Weiteres das Rückdrehen des Rahmens.

Die verschiedenen Bewegungsgeschwindigkeiten und beiderlei Richtungen werden durch 3 Paare von Riemenscheiben hervorgebracht. Der Riemen desjenigen Scheibenpaars, welches für die leer vorwärtsgehende rasche Bewegung bestimmt ist, ist über's Kreuz aufgespannt und die Riemen derjenigen Scheibenpaare, welche für die beiden langsameren rückwärts gehenden Bewegungen mit arbeitenden Rakers dienen, sind parallel aufgespannt. Die Riemen sind von Guttapercha. Die getriebene Scheibenwelle steht durch Zahnräder mit der einen Welle in Verbindung, welche hinten über die Pfanne geht und die beiden hinteren Seilscheiben trägt, von denen aus die ganze Bewegung auf das Seil und schliesslich auf die Rakers übertragen wird. Die verschiedenen Riemenscheiben werden nun durch die selbstthätige Verschiebung der sämtlichen 3 Riemen miteinander zur Bewegung gebracht, indem die Einrichtung getroffen ist, dass in dreierlei Stellungen der 3 Riemen je einer derselben auf der festen Scheibe wirkt und die beiden andern auf leerlaufenden Scheiben. Die verschiedenen

Stellungen der Riemen werden durch ein Hebelwerk mit Gegengewichten hervorgebracht, indem der Rahmen selbst bei seiner Bewegung den Hebel in entsprechende Bewegung versetzt.

Neunzehntes Kapitel.

Fortschritt des Salinenbetriebs in Frankreich 1869.

Nach den Plänen des Herrn Gutton (Ingénieur Directeur des Tabacs in Nancy) ist auf einer kleinen Saline bei Rosières*) schon seit mehr als 18 Monaten eine Feinsalzsiedpfanne mit Maschinenbetrieb nebst einer dazu gehörigen Rohrdampfpfanne construiert worden. Der Betrieb der Pfanne durch die Maschine ist ein anderer als der der Cirkularpfannen in England, ebenso ist auch die Rohrdampfpfanne von anderer Konstruktion als die auf Falk's Werken in England. Da die Rohrdampfpfannen in England erst später construiert wurden, so hat Herr Gutton den Ruhm, die Rohrdampfpfannen zum ersten Male aufgebracht zu haben, obgleich die englischen ausgeführt wurden, ehe dort etwas von Gutton's Pfannen bekannt war.

Bei der Einrichtung in Rosières ist die Feinsalzsiedepfanne nicht ganz 3 Meter breit und etwa 8 Meter lang und viereckig. An beiden schmalen Enden der Pfanne sind Sümpfe angebracht, in welche das Salz durch einen am Boden der Pfanne hin- und hergehenden Rechen geworfen wird. Aus diesen Sümpfen wird das Salz von Hand ausgezogen, ganz wie bei den Cirkularpfannen in Meadowbank. Das Salz wird sehr vollständig vom Pfannenboden entfernt, da die Wirkung der Maschinerie, obgleich in entgegengesetzter Richtung sich wiederholend, eine direkte ist und das Salz wirklich in der Richtung fortbewegt werden soll und wird, in welcher der Rechen läuft. Bei den englischen Cirkularpfannen ist dagegen die Wirkung der Maschinerie eine indirekte, indem das Salz zunächst im Kreis herumgetrieben und nur in Folge der schiefen Stellung der Rechen allmählig nach dem am

*) Station der Chemin de fer de l'Est. Von Nancy nach Strassburg fahrend kommt man zuerst nach Vavangéville und dann nach Rosières.

Umfang der Pfanne befindlichen Sumpf gebracht wird. In dieser Beziehung würde somit Gutton's Pfanne den Vorzug verdienen. Der Anziehapparat wird bei der Maschinenpfanne durch innerhalb des Pfannenmantels angebrachte endlose Ketten bewegt und zieht, wie bereits bemerkt, das Salz bei der Hinbewegung in den einen und bei der Rückbewegung in den andern Sumpf. Die Pfanne war durch einen Treppenrost geheizt. Der seit 18 Monaten nicht reparirte Boden bleibt vollkommen eben. Die Blechstücke sind an den Fugen nicht übereinander, sondern nebeneinander auf ein untergelegtes T-Eisen mit versenkten Nieten aufgenietet. Der Dampf wird durch einen eisernen luftdichten Siedpfannenmantel aufgefangen und nur die beiden Sümpfe bleiben unbedeckt. Sie sind aber so schmal als möglich gemacht, um möglichst wenig Dampf verloren gehen zu lassen. Der innerhalb des Mantels aus der siedenden Soole aufgenommene Dampf wird durch eine Rohrleitung nach der Dampfpfanne geführt. Diese besteht aus Eisen und nicht aus Holz, was natürlich viel zweckmässiger wäre. Sie ist wenigstens 4 mal so gross, als die Siedpfanne. Zur Wärmeübertragung aus dem Dampf an die Soole in der Pfanne dient ein System von Röhren, welches in der Weise angelegt ist, dass je 3 Hauptröhren an jeder der Langseiten der Pfanne innerhalb der Soole sich fortziehen und die Röhren beider Seiten durch dünnere Querröhren verbunden sind. Von diesen den Schmalseiten der Pfanne parallel liegenden Querröhren liegen immer je 3 übereinander, welche das unterste, mittlere und oberste Hauptröhrenpaar verbinden. Der Abstand der Querröhren in horizontaler Richtung beträgt etwa je 70 Centimeter und dieser Zwischenraum ist gerade gross genug, um das zwischen den Querröhren sich ansammelnde Salz mittelst Rechen von den Langseiten aus anziehen zu können. Alle 2 Monate etwa findet ein Reinigen der Dampfpfanne statt, wobei auch die Heizröhren von dem angehängten Salz oder Stein befreit werden. Die Temperatur der Soole in dieser Dampfpfanne beträgt 68°. Es ist ein gewöhnlicher hölzerner Mantel über derselben angebracht mit Dampfschlauch. Die Pfanne liefert sehr viel und ziemlich grobkörnig pyramidales Salz. Das Salz der Siedpfanne ist natürlich ausgezeichnet fein und weiss. Es kann jedoch nur durch Ablagern getrocknet werden, da es bei künstlichem Trocknen eine gelbe Farbe annimmt, ein Verhalten, welches auch das englische Patentbittersalz zeigt. Der Rauch von

der Feinsalzpfanne ist zur Heizung eines alten cylindrischen Dampfkessels benützt, in welchem die Soole für die Siedpfanne vorgewärmt wird. Der ganze Apparat war bei meiner Anwesenheit in ausgezeichnetem Gang und das Erzeugniss soll ein für dortige Verhältnisse und Kohlenqualität sehr ausgezeichnetes sein, was um so beachtenswerther ist, als die Maschinenpfanne verhältnissmässig klein ist und die Anlage in grösseren Dimensionen ausgeführt viel besseres Ergebniss zu liefern versprechen würde. Auf dieser Saline ist noch eine weitere Rohrdampfpfanne vorhanden. Dieselbe wird durch den abgehenden Dampf einer kleinen Soolpumpmaschine geheizt, welche die Soole für das Werk aus einem Bohrloch hebt. Diese Art der Dampfbenützung einer Maschine nimmt sich gewiss überall gut aus und es sollte sich wenigstens auf einer Saline keine Condensationsmaschine mehr sehen lassen.

Der Gutton'sche Apparat ist in Frankreich patentirt. Das wirkliche Projekt, welches patentirt ist, geht aber noch viel weiter, als es in Rosières bis jetzt ausgeführt. Herr Gutton will nicht bloss Einmal den Dampf einer Siedpfanne zur Salzbildung benützen, sondern er will die Salzbildung zweimal wiederholen lassen, also mittelst Einer Heizung dreimal Salz machen. Diess ist eine mittelst der Rohrdampfpfannen auf ganz gewöhnliche Weise zu erreichende Aufgabe. Indem man mittelst des Dampfes der Siedpfanne eine kleine Dampfpfanne möglichst intensiv heizt, kann man die Temperatur dieser Dampfpfanne so hoch halten, dass der darin unter Luftzutritt gebildete Dampf zur Heizung einer zweiten grösseren Dampfpfanne dienen kann. Herr Gutton begibt sich nun aber auf einen andern Standpunkt, indem er den soliden Boden der Verdampfung bei atmosphärischer Pressung mit Zuhilfenahme der Verdampfungsluft verlässt und auf Verdampfung bei künstlich verdünntem Raum übergeht. Wir bezeichnen mit Nr. 1 die Pfanne, welche durch's Feuer erhitzt unter Salzbildung den ersten heizenden Dampf liefert, mit Nr. 2 die durch diesen Dampf geheizte Pfanne oder Verdampfungsvorrichtung und mit Nr. 3 die Pfanne, welche durch den in Nr. 2 gebildeten Dampf geheizt wird und deren Dampf nicht weiter benützt, sondern unmittelbar an die Atmosphäre abgegeben wird. Es ist alsdann bei Gutton's Projekt Nr. 2 nicht eine gewöhnliche Rohrdampfpfanne, sondern ein Verdampfungsapparat mit einem Kessel, in welchem drei Pessung durch eine Dampf- und Luftpumpe auf die Hälfte

der Atmosphäre reducirt und dadurch ein Sieden der Soole bei 84° ermöglicht wird. Die Condensation des entweichenden luftfreien Dampfes erfolgt alsdann in den Heizröhren der Pfanne Nr. 3, welche eine Rohrdampfpfanne ist, wie die in Rosières.

Das Ausziehen des Salzes aus dem Verdampfungskessel Nr. 2 würde in Folge der sinnreichen Anordnung ohne Schwierigkeit stattfinden. Bedenklich ist dagegen die Nothwendigkeit einer Pumpe, welche die gesättigte Soole aus diesem Kessel aufzunehmen und sie behufs Wiedererhitzung durch einen vielröhrigen vertikalen Heizapparat zu treiben hätte, aus welchem dieselbe alsdann wieder in den Verdampfungskessel zurückströmen würde. Der vielröhrige vertikale Heizapparat wird durch den Dampf der Pfanne Nr. 1 gespeist und zwar soll der Dampf von aussen die Röhren umhüllen, in welchen die Soole cirkulirt. Im Ganzen haben wir 9 verschiedene Apparate und zwar:

- 1) Erste Verdampfungsvorrichtung
 - a. Feuerung. b. Pfanne. c. Maschine zum Salzausziehen.
- 2) Zweite Verdampfungsvorrichtung
 - a. Vielröhriger vertikaler Heizapparat. b. Verdampfungskessel. c. Soolpumpe zur Herstellung der Cirkulation zwischen Heizapparat und Verdampfungskessel.
- 3) Dritte Verdampfungsvorrichtung
 - a. Luftpumpe zur Gewinnung des Dampfes aus dem Verdampfungskessel b der zweiten Verdampfungsvorrichtung. b. Röhrenlagen zur Heizung der Soole. c. die Dampfpfanne selbst.

Die erste Verdampfungsvorrichtung ist ganz auf dieselbe Weise zu construiren, wie die bereits ausgeführte Maschinenpfanne in Rosières. Feuerung, Pfanne und Ausziehmaschine würden dieselben bleiben, nur etwa in grösserem Massstabe. Die dritte Verdampfungsvorrichtung wäre ganz dieselbe Rohrdampfpfanne wie in Rosières und wir hätten somit nur die hierzu gehörige Luftpumpe, sowie die 2. Verdampfungsvorrichtung näher zu besprechen. Der Apparat, in welchem vermittelt der Luftpumpe die Verdampfung und Salzbildung unterhalten wird, ist ein vertikaler Kessel, der oben und unten abgeschlossen. Die Flüssigkeit lässt oben einen Raum frei, in welchem sich der Dampf ansammeln kann. Unten mündet ein geneigtes Rohr von aussen in den Kessel hinein, in der Art, dass durch dasselbe der Boden des Kessels

erreicht und das Salz mittelst Krücken ausgezogen werden kann, in der Masse, als es sich am Boden ansammelt. Der untere horizontal abgeschnittene Rand des in den Kessel getauchten Ausziehröhrs befindet sich in solcher Tiefe unter dem Niveau der Flüssigkeitsoberfläche des Kessels, dass die dadurch repräsentierte Solesäule gerade der Depression von einer halben Atmosphäre das Gleichgewicht bietet. Jede durch das fortgesetzte Spiel der Luftpumpe hervorgebrachte weitere Depression unter den Druck einer halben Atmosphäre wird sofort durch das Eintreten von Luftblasen in den Kessel ausgeglichen. Die Erwärmung der Soole soll in einem besondern vielröhrigen vertikalen Apparat vorgenommen werden, dessen Röhren, wie bereits bemerkt, innerhalb mit der Soole gefüllt sind und ausserhalb durch den Dampf aus Nr. 1 geheizt werden. Die Cirkulation der durch Verdampfung abgekühlten Soole aus dem Verdampfungskessel in den Apparat und der in letzterem erhitzten Soole nach dem Kessel geschieht nicht durch natürliche Einwirkung des Auftriebs der heissen Soole über die kältere, sondern durch künstliche Beihilfe mittelst einer Pumpe. Die Pumpe hat die Soole aus dem Verdampfungskessel zu entnehmen und zwar tritt das Aufsaugerrohr in den Kessel in solcher Höhe, dass die Flüssigkeit stets auf dem richtigen Niveau erhalten und bei zu raschem Pumpen mit dem Sinken des Niveau's nur Dampf aufgesaugt werden kann.

Die Pumpe treibt die Soole in den Röhrenapparat und soll sie hier stets im Druck erhalten. Aus dem Röhrenapparat wird sie durch eine Leitung nach dem Verdampfungskessel geführt. Sie tritt oben vom Deckel des Kessels aus mit grosser Pressung durch eine ringförmige Öffnung von regulirbarem Querschnitt ein. Ihre Temperatur ist 90° und da das Sieden unter dem halben Atmosphärendruck bei 84° schon stattfindet, so tritt sofort durch die ganze Flüssigkeit ein starkes Sieden ein. Mit dem Sieden beginnt auch die Salzbildung und zwar ohne dass sich das Salz an den Wänden ansetzen würde, denn es geht die Erhitzung und die Bildung der Dampfblasen nicht von den Wänden aus, man kann also auch nicht die Bildung von Salzstein an den letzteren voraussetzen. In Folge des Aufwallens der Flüssigkeit muss sich vielmehr ein ausgezeichnet feines Salz bilden, das sich am Boden ansammelt, ohne dass eine Maschinerie dabei erforderlich wäre, wie bei den Maschinenpfannen. Dass diese Art der Verdampfung,

welche durch die der Flüssigkeit selbst innewohnende Wärme unterhalten wird, eine sehr zweckmässige ist, lässt sich nicht bestreiten. Im Übrigen wird der Erfinder selbst am Besten die anscheinenden Schwierigkeiten zu überwinden wissen, welche bei dem Pumpen vollständig gesättigter Soole aus dem Verdampfungskessel einerseits und bei etwaigem Ansetzen von Pfannenstein in den Röhren des Heizapparats andererseits entstehen möchten. In Bezug auf die Luftpumpe ist noch zu bemerken, dass dieselbe zunächst die Luft aus den Röhren der Rohrdampfpfanne Nr. 3 auszupumpen und hier einen luftverdünnten Raum zu erhalten hat. Diese Röhren stehen alsdann mit dem obern Raum des Verdampfungskessels Nr. 2 in Verbindung, so dass die Luftverdünnung dorthin fortgepflanzt wird und die sich im Kessel bildenden Dämpfe nach dem Heizrohrsystem der Dampfpfanne Nr. 3 übertreten können.

Zwanzigstes Kapitel.

Untersuchungen über das Hauten der Soole.

Unter dem Hauten der Soolen (setting over im Englischen) versteht man diejenige Eigenschaft, vermöge welcher dieselben beim Abdampfen in hoher Temperatur in den Salzsiedepfannen sich mit einer dünnen dicht zusammenhängenden Salzdecke überziehen, welche die Berührung der Flüssigkeit mit der Luft und damit die weitere Verdampfung und Salzbildung verhindert. Eine Salzdecke muss sich zwar immer an der Oberfläche bilden. Dieselbe ist aber bei gut krystallisirender Soole ganz anderer Art. Sie besteht entweder aus einzelnen, gar nicht verbundenen Krystallen, die zwischen sich freie Räume lassen, in denen die Soole ungestört abdampfen und das entstehende Salz fortwährend an die dasselbe anziehenden schwimmenden Krystalle abgeben kann. Oder aber besteht sie auch aus mehr oder weniger zusammengewachsenen Krystallen, welche jedoch Lücken zwischen sich lassen, durch welche die Soole sich beständig über die allmählig sich einsenkende Krystaldecke wieder ausbreiten kann. Bei ganz guter Soole schwimmt eigentlich die ganze Decke dicht unter dem Was-

ser und wird nur durch einzelne fortwachsende Hohlpyramiden schwimmend erhalten, bis endlich das Ganze von selbst untersinkt, um neuen Krystallen Platz zu machen. Zuweilen sind die Salzdecken dichter und lassen die Soole nur stellenweise durch, so dass nur ein gewisser Antheil der Gesamtoberfläche von freier Soole eingenommen wird. Für die Verdampfung ist natürlich nur die Fläche der freien Soole massgebend, während die reine Salzdecke ganz indifferent bleibt. Man kann nun unterscheiden: Soole, die vollständig hautet und gar keine Soole durchlässt, Soole die 0,1; 0,2; 0,3 etc. der Oberfläche durchlässt und endlich Soole, die vollständig oder wenigstens so stark durchlässt, dass nur wenige Pyramiden hervorsehen, deren Auftrieb eben noch hinreichend ist, um die unter der Oberfläche schwimmende Decke zu tragen. Den Haupteinfluss auf die Krystallisation übt natürlich die Temperatur der Soole aus. Das Hauten findet um so eher statt, je höher die Temperatur ist. Man kann desshalb nur in den Feinsalzpflanzen mit hoher Temperatur mit dem Soolhauen zu kämpfen haben und nicht bei den viel kälteren Grobsalzpflanzen und Dampfpflanzen. Das Hauten kann zweierlei Art sein. Erstens kann es von unorganischen Körpern herrühren, wobei die verunreinigenden Stoffe an der Oberfläche einen feinen Überzug bilden, der die Grundlage der beständig sich erneuernden Salzhaut bildet. Diese Salzhaut hat das Ansehen der über heisser Milch entstehenden Haut. Zweitens kann die chemische Constitution der Soole die Schuld tragen, wobei ohne einen mechanischen Einfluss fremder Körper das Kochsalz an der Oberfläche anstatt in einzelnen getrennten Pyramiden in der Weise krystallisirt, dass die ganze Oberfläche von einzelnen feinen Schüsselchen aus vollständig überwächst, so dass diese Schüsselchen nachher einen Bestandtheil der Haut bilden. Die Versuche über das Hauten der Soole führte ich nun im Kleinen in der Weise aus, dass ich dieselbe in einem Kessel zum Sieden brachte und so lange erhitzte, bis ich sicher war, dass die Soole siedend gesättigt war. Alsdann stellte ich das Erhitzen ein und überliess die Soole ruhig dem Abdampfen und der Abkühlung. Von Zeit zu Zeit beobachtete ich alsdann die gebildete Salzdecke und bestimmte unter Abwerfen der Decke die jeweilige Temperatur der Soole. Ich notirte die Temperatur, bis zu welcher ein vollständiges Hauten, ein theilweises und endlich ein vollständiges Durchlassen der Soole stattfand. Bei

einer Reihe von Versuchen liess ich das Abdampfen und Erkalten der Soole an einem 10 Kilogramm haltenden Kessel abwechselnd inmitten von mehr oder weniger heissem Dampf und inmitten der freien Luft vor sich gehen. Später dagegen wurden alle Proben nur an der freien Luft und in einem kleineren, nur 600 Gramm Soole fassenden Gefäss vorgenommen. Aus den Proben wurde Folgendes abgeleitet:

- 1) der Einfluss des Luftzutritts auf das Hauten der Soolen;
- 2) Verhalten verschiedener reiner Soolen nach in freier Luft angestellten Proben;
- 3) das Hauten der Lösungen anderer Salze;
- 4) das Hauten der Soole mit organischen Körpern;
- 5) Soole mit unorganischen Beimischungen;
- 6) Verbesserung hautender Soolen.

1) Der Einfluss des Luftzutritts auf das Hauten der Soole.

Um den Einfluss des Luftzutritts auf das Hauten der Soole zu bestimmen, wurden verschiedene Soolen in dem grösseren Gefässe, nachdem dieselben siedend gesättigt waren, einmal der warmen äusseren Luft (20 Grade) ausgesetzt, dann den 30 Grad warmen Dämpfen in den Dampftrocknungen von Wilhelmshall und endlich den ruhig stehenden 60 Grad warmen Siedpfannendämpfen innerhalb des hölzernen Mantels. (Die niedrigen Dampftemperaturen rühren davon her, dass die Proben im Winter angestellt wurden. Die 20 Grad warme äussere Luft bedeutet die Luft im Siedhause, in dem die Proben stattfanden.)

In folgender Zusammenstellung sind die jeweiligen Temperaturen angegeben, bis zu welchen sich 5 verschiedene Soolen abkühlen mussten, um in der jeweiligen Atmosphäre von da an keine absolut sooldichte Haut mehr zu geben.

	Siedhaus- luft	Dampf- dörren- dämpfe	Sied- pfannen- dämpfe
	20°	30°	60°
Künstliche reine Soole Nr. 1	90°	86°	90°
Chemisch reine Soole Nr. 2.	100°	91°	100°
Soole mit 3% Alaun	99°	92°	98°
Sägmehlabsud	61°	63°	79°
Pfannensoole aus Siedhaus II	97°	100°	103°
Durchschnitt	89°	86°	94°

Hieraus geht hervor, dass allerdings einiger Unterschied vor-

handen, derselbe aber nicht sehr bedeutend ist. In den ruhigen heissen Siedpfannendämpfen hörte das Hauten früher und bei höherer Temperatur auf als in den kälteren rasch ziehenden Dampfdörredämpfen und in der Siedhausluft. Ferner ist es interessant, dass das Hauten an der Siedhausluft bald aufhörte, als in den 10 Grad wärmeren Siedpfannendämpfen. Es geschieht diess in Folge der sehr raschen Bewegung der letzteren und folgt hieraus, dass rasche Bewegung der Luft oder Dämpfe dem Hauten günstig sind. So schwierig es ist, bei diesen Untersuchungen genauere Resultate zu erhalten, so kann man doch aus dem Bisherigen schliessen, dass erstens starkes Hauten nicht ausreichend durch blosse Erhöhung der Dampfabzugstemperatur vermieden werden kann und dass dagegen zweitens eine gut krystallisirte Soole bei starkem Luftzutritt und raschem Dampfabzug versotten werden darf, ohne dass ein schädliches Hauten veranlasst würde.

2) Verhalten verschiedener Soolen für sich.

Aus chemisch reinem Kochsalz und destillirtem Wasser wurden möglichst reine Kochsalzlösungen dargestellt. Nr. 1 mochte eine Spur organischer Substanz enthalten. Nr. 2 war vollkommen chemisch rein. Beide Lösungen absolut frei von Gyps. Das destillirte Wasser zur Lösung Nr. 2 habe ich selbst dargestellt und das Kochsalz durch Umkrystallisiren von wasserklarem Friedrichshaller Krystallsalz gewonnen.

Die Lösung Nr. 1 hautete bei 2 Proben bis 90° und war von da an ganz gut. Die Lösung Nr. 2 gab zwar gar keine ganz dichte Haut, liess aber die Soole nur unvollständig durch. Die Proben wurden in dem grossen Kessel mit 10 Kilo Soole gemacht.

Eine künstliche nicht so ganz reine Soole aus wasserklarem Friedrichshaller Krystallsalz und reinem Quellwasser ohne Umkrystallisiren dargestellt zeigte bei den ebenfalls im grossen Kessel ausgeführten Proben nicht ganz constantes Verhalten. Die Soole hautete bei 3 Proben vollständig bis 94°, bis 100° und bis 91° und liess in allen 3 Fällen auch nach Aufhören des completen Hautens nur langsam Soole durch.

Nachdem diese künstliche Soole durch Gypszusatz der Wilhelmshaller Bohrlochsoole gleichgestellt war, hautete sie noch bis 101° und liess von da an langsam mehr Soole durch. Die gypshaltige Soole verhielt sich somit, übereinstimmend mit andern Proben, ein wenig besser als die gypsfreie. Die Soole von Hall

(aus Steinsalz von Grube Wilhelmsglück über Tage aufgelöst) enthält nach Fehling nur 0,17% schwefelsauren Kalk. Sie verhielt sich folgendermassen:

Soole von der Grube Wilhelmsglück hautete complet bis 90°.

Soole aus dem Reservoir in Hall nach Passirung einer 10 Kilometer langen hölzernen Leitung hautete vollständig bis 82°.

Soole aus einer Siedpfanne von Hall nach 60tägigem Betriebe hautete complet bis 87° und mit Gypszusatz bis 91°.

Bei 3 späteren Proben mit Soole von Hall hautete dieselbe einmal vollständig noch bis 90°, dann bis 92° und bei der 3. Probe wieder bis 91°, schien also weniger hautend zu sein als früher.

Bohrlochsoole von Wilhelmshall. Proben im grossen Gefäss. Die reine Reservoirsoole von Wilhelmsglück gab gar keine oder nur ganz wenig Haut.

Soole aus der Siedpfanne Nr. III hautete bis 91°. Eine andere 46tägige Soole aus der Pfanne Nr. I gab bis 97° eine nicht mehr ganz sooldichte Haut. Die Soole von Wilhelmshall verhielt sich also mit Ausnahme von der aus Pfanne III geschöpften ausgezeichnet.

Proben im kleineren Gefäss:

Die Reservoirsoole gab keine absolut dichte Haut, obgleich sie Anfangs nur schwach Soole durchliess. Es wurden dreierlei Soolproben untersucht, die direkt von den Bohrlochspumpen entnommen waren und weder die Soolleitung von den Bohrhäusern noch die Reservoirs auf die Saline passirt hatten.

Bohrloch Nr. 6 zeigte sogleich gute Krystallisation.

» Nr. 7 hautete ganz am Anfang, liess dann aber gut Soole durch.

Bohrloch Nr. 9 zeigte sich auch gut.

Alte 50tägige Siedpfannensoole (d. h. von 50tägigem Sieden) gab Haut mit weissen Gipfeln bis 94°, worauf das Hauten nachliess.

Zwei spätere Proben mit Wilhelmshaller Soole ergaben einmal Anfangs complete Haut und 0,1 Soole durchlassend bis 94° und das andere Mal vollständig Haut bis 98°.

3) Das Hauten der Lösungen anderer Salze.

Chlorbariumlösung. 100 Gramm krystallisirtes Chlorbarium wurden mit 150 Gramm Brunnenwasser längere Zeit gekocht,

vollständig aufgelöst und die siedend gesättigte Lösung an die Luft zum Abdampfen und Erkalten gestellt. Dieselbe hautete complet fort und fort bis zum vollständigen Erkalten. Die letzte abgelesene Temperatur, bei welcher die Flüssigkeit noch vollständig überhautet war, betrug 44 Grade. Da das Chlorbarium bei 100° in 1 Theil Wasser und bei 15° in 2 Theilen Wasser löslich ist, seine Löslichkeit also bei niedriger Temperatur bedeutend abnimmt, so ist es natürlich, dass die mit kalter Luft in Berührung stehende heiss gesättigte Chlorbariumlösung stark hautet, indem die an der Luft sich abkühlende Flüssigkeitsoberfläche sofort an allen Punkten ihren Salzgehalt in Form einer Haut ausscheidet. Wir können sofort aus diesem ersten Versuch mit einem andern Salze den im Nachfolgenden weiter bestätigten Schluss ziehen, dass die Möglichkeit einer Kochsalzlösung überhaupt an freier Luft abdampfen zu können, einzig und allein auf der geringen Löslichkeitsdifferenz des Kochsalzes bei verschiedener Temperatur beruht. Gerade diese geringe Löslichkeitsdifferenz, welche die Gewinnung reinen Kochsalzes durch Auskrystallisiren nach Art anderer Salze unmöglich macht, ist es also wiederum, welche als Ersatz für diesen Mangel die Erzeugung von Krystallen an der Oberfläche der Flüssigkeit während des Abdampfens begünstigt. Ferner können wir im Allgemeinen annehmen, dass einer Kochsalzlösung die Eigenschaft zu hauten übertragen wird, sobald die Löslichkeitsdifferenz des Kochsalzes in derselben künstlich vermehrt wird durch Beimischung eines entsprechenden Quantum eines andern Salzes, das starke Löslichkeitsdifferenz bei verschiedener Temperatur hat. Diese Beimischung wäre jedoch nicht die einzige Ursache des Hautens, sondern dasselbe wird, wie später zu zeigen, auch durch organische Körper verursacht, welche bei der Verdampfung die Oberfläche gleichsam mit einem feinen Netz überziehen, das die Grundlage für eine Salzhaut bildet. Ausserdem bringen auch unorganische gelöste Körper Hauten hervor, ohne dass sie in solcher Menge zugesetzt werden, um die Löslichkeitsdifferenz des Kochsalzes wesentlich zu modificiren. Andere unorganische Salze sind in geringen Mengen angewendet gegen das Hauten, ohne dass sich aber bis jetzt eine allgemeine Regel darüber aufstellen liesse. Es wurden folgende weitere Versuche mit Salzlösungen angestellt.

Bittersalzlösung. 100 Gramm krystallisirtes Bittersalz wurden mit 150 Gramm Wasser gekocht und so lange abgedampft, bis

sich Salz an der Oberfläche abschied. Es fing mit der Bildung einer dünnen Haut an, nach deren Erscheinen man mit Erhitzen aufhörte und die Flüssigkeit an der Luft sich erkalten liess. Es bildete sich fort und fort nach jedesmaligem Umrühren wieder eine Haut, bis die Flüssigkeit auf 60° abgekühlt war. Bei 56° konnte nicht mehr beobachtet werden, da die ganze Flüssigkeit mit kleinen Bittersalznadeln angefüllt war.

Kalisalpeter. 50 Gramm Kalisalpeter wurden in überschüssigem destillirtem Wasser unter Kochen aufgelöst. Schon vor der Sättigung bildeten sich feine spielende Häutchen, die immer wieder momentan aufgelöst wurden. Nachdem die Flüssigkeit siedend gesättigt war, hautete sie complet und das Hauten dauerte während des Erkaltes fort. Bei 90° hautete die Flüssigkeit noch so stark, dass beim Umrühren mit dem Glasstab die Haut sich unmittelbar hinter dem Glasstabe wieder schloss. Bei 84° war auch noch completes Hauten da. Weitere Beobachtungen konnten nicht mehr sicher gemacht werden, da bei der grossen Löslichkeitsdifferenz des Salpeters die Flüssigkeit bald zu sehr von Krystallen überfüllt war. Es schienen indessen gegen 68° sich doch auch Einzelkrystalle zu bilden, die aber wieder zusammenwuchsen.

Salmiaklösung. Es wurde in dem kleineren für die Soolproben benützten Gefäss eine Salmiaklösung bereitet und siedend gesättigt. (Salmiak braucht 3 Theile kalten und 1 Theil heissen Wassers zur Lösung.) Die siedend gesättigte Lösung zum Erkalten gestellt gab Anfangs complete Haut, beim Umrühren hinter dem Glasstabe zuwachsend. Später bildeten sich aber mehr und mehr dicke Decken, filzartig aus ineinander verschlungenen Salmiakkrystallen von der bekannten schneeartigen Struktur zusammengesetzt. Diess dauerte fort bis 73° . Von 66° bis 54° wurde die Überdeckung der Flüssigkeit mehr und mehr unvollkommen, bis endlich nach 54° einzelne federartige Krystalle herumschwammen. Bei Darstellung der Salmiaklösung, ehe die kochende Flüssigkeit noch vollständig gesättigt war, trat der interessante Fall ein, dass beim Wegblasen über die Oberfläche sich momentan jedesmal eine feine Haut bildete, die beim Umrühren aber ebenso schnell wieder verschwand. Es ist diess ein auch für die Kochsalzsoolen giltiger Beweis davon, dass stark abkühlender Luftzug einen Einfluss auf das Hauten hat.

Chlormagniumlösung. Bei Abdampfung einer durch Ver-

mischen von Bittersalz und Chlorbarium dargestellten Chlormagniumlösung zeigte sich gar kein Hauten, als bis nur noch Krystallwasser vorhanden war. Es wurde das hautende, aber nur noch im Krystallwasser schmelzende Salz ganz kurze Zeit erhitzt und erkalten gelassen, worauf es eine feste Masse wurde. Es ergibt sich hieraus die interessante Thatsache, dass ein zerfliessliches Salz nicht hautet.

4) Soole mit organischen Körpern.

Sägmehlabsud. Es wurde ein Absud aus reiner Wilhelms-haller Reservoirsoole und tannenen Sägespänen bereitet. Dieser Absud, mit gleichem Quantum reiner Reservoirsoole gemischt, wurde in dem grösseren 10 Kilogramm haltenden Gefäss der Probe unterworfen. Es gab fortwährend absolut sooldichte Haut, die bis 61° beobachtet wurde.

Ein Gemisch desselben Sägmehlabsuds von 1 Theil des ersten mit 9 Theilen reiner Soole wurde ebenfalls im grossen Gefäss der Probe unterworfen und zwar wurde dasselbe in die Siedpfannendämpfe zum Abkühlen gebracht. Es hautete complet bis 87°, dann nicht mehr. Das Hauten nimmt also ab, wenn die Menge der organischen Substanzen abnimmt und es kann ein zu kleines Quantum der Substanz kein Hauten mehr hervorbringen.

Eine weitere Probe wurde in dem kleinen Gefäss und an der Luft dargestellt, wie alle nun folgenden Proben. Ein Gemisch von 1 Theil des 70 Tage alten Sägmehlabsuds mit 4 Theilen guter Reservoirsoole hautete vollständig bis unter 85°. Später nicht mehr.

Harz. Reservoirsoole mit Harz (Colophonium) erhitzt wurde complet hautend, so dass das Abdampfen einer Kochsalzlösung bei Gegenwart von Harz fast zur Unmöglichkeit wird. Es ist deshalb unbegreiflich, wie in Dr. Ures Dictionary of arts Harz (resin) zum Enthauten der Soole empfohlen sein kann. Offenbar beruht diese Angabe auf einem aus Unkenntniss der Fabrikation hervorgehenden Missverständniss, indem nämlich allerdings in England früher Harz als nothwendiger Zusatz in manche Pfanne geworfen wurde, aber nicht um Hauten zu verhindern, sondern um Hauten zu veranlassen, welches die Erhöhung der Temperatur der vollständig unbedeckten und ungeschützten Pfannen bis zum Kochen ermöglichte. Jetzt wird zu demselben Zwecke, wie bei Beschreibung der Meadowbanksalzwerke bereits erwähnt, bei den Lumpsalzpfannen und Buttersalzpfannen Seife verwendet.

Seife. 0,0003 Theile Seife in Lösung zu einer künstlichen reinen Soole gesetzt, gab eine dünne schuppige Haut bis zum vollständigen Erkalten der Soole. Dieses durch Seife erzeugte Hauten wurde durch Zusatz von 1% bis 4% Chlorcalcium nicht im Geringsten vermindert, obgleich letzteres Salz, wie später gezeigt werden wird, in der Regel sehr gute Krystallisation veranlasst.

Gerbsäure. Reine Wilhelmshaller Soole mit 0,0003 Theilen Gerbsäure versetzt, gibt andauerndes completes Hauten. Es wurde bis 76° beobachtet. (Chemisch reines Tannin.)

Stärke. Reine Wilhelmshaller Soole mit 0,0003 Theilen Stärkmehl versetzt hautete vollkommen dicht bis zu vollständiger Abkühlung.

Butter. Es wurde eine sehr reine künstliche Soole (aus schön krystallhellem Steinsalz von Friedrichshall und reinem Brunnenwasser dargestellt) mit einer Spur Butter versetzt und hiedurch eine complete Haut erzeugt, welche die merkwürdige Eigenschaft hatte, dass sie sich mit haarförmig herauswachsenden Röhrchen wie mit einem Pelz überzog. Die haarfeinen Röhrchen erreichten eine Länge von 1 Centimeter und wuchsen nach jedesmaligem Abwerfen der Haut mit letzterer sogleich wieder nach. Dieses Verhalten wurde bis zu 62° beobachtet. Auffallend ist es, dass bei einer zweiten Probe gute Reservoirsoole von Wilhelmshall diese Erscheinung nicht zeigte. Dieselbe hautete complet bis 94°, dann liess aber das Hauten nach. Auf keine Weise war es mir möglich, bei andern Proben die haarförmigen Auswüchse wieder zu erzeugen, die Sache bleibt somit unerklärt und es dürfte irgend eine andere unabsichtliche Beimischung noch mit im Spiel gewesen sein.

Eine schon vorher zur Probe mit unorganischen Stoffen benützt gewesene Soole, welche ausser Kochsalz und einer Spur Gyps noch 1% Glaubersalz, 1% Bittersalz und 1% Salmiak enthielt, wurde durch ein grosses Quantum Gerbsäure stark hautend gemacht und hernach mit 0,5% Butter versetzt. Die Butter bildete kleine Klümpchen auf der Oberfläche, zwischen welchen nun allerdings eine Verdampfung erfolgte, so dass anstatt des Hautens eine leidlich gute Krystallisation eintrat. Die Soole wurde durch die Butter zum Durchdringen der Salzdecke befähigt. Man kann demnach allerdings sagen, dass Butter ein Mittel gegen das Soolhauten sei, allein es gilt diess nur für sehr stark hautende Soolen, denen auf

andere Weise nicht mehr zu helfen ist und mittelst sehr starken Butterverbrauchs. Ein unzuverlässiges Mittel bleibt Butter jedenfalls, da bei den vorhergehenden Proben geringe Quantitäten desselben sogar ein Hauten herbeigeführt hatten.

Zucker. Die Probe mit Zucker wurde bei einer künstlichen reinen Soole angestellt, die zuerst mit Gyps und dann mit Chlorcalcium versetzt war und tadellos krystallisirte. Es wurde der Soole 1% Zucker (Rohrzucker) zugesetzt und erfolgte ein complettes Hauten bis 94°, nachher aber vollständig gute Krystallisation.

5) Soole mit unorganischen Beimischungen.

Soole mit Gyps. Bei diesen Proben wurde ein eigenthümliches Verhalten der mit Gyps gesättigten und sonst ganz reinen Kochsalzlösungen entdeckt. Ein Zusatz von Chlorcalciumlösung füllt nämlich einen bedeutenden Theil des gelösten Gypses aus in der Kälte und noch rascher in der Wärme. Ein Zusatz von Glaubersalzlösung bewirkt ebenfalls eine Ausscheidung von Gyps, jedoch geschieht diess langsam und es krystallisirt der Gyps nach einigen Tagen in schönen Krystallnadeln aus. Dieser Process geht vor sich ohne Mangel an Wasser. Es darf sogar überschüssig Wasser da sein, mehr als nothwendig, um das Glaubersalz und das Kochsalz für sich zu lösen. Es scheint demnach, dass der in der Soole in grösserer Menge als in reinem Wasser gelöste Gyps keines von den beiden Salzen Chlorcalcium oder Glaubersalz, welche miteinander Gyps bilden würden, in der Lösung ertragen kann, sondern sich bei Gegenwart je eines derselben so weit aus der Lösung ausscheiden muss, bis nur noch so viel Gyps gelöst bleibt, als etwa sich in demselben Volum salzfreien Wassers lösen würde. Die württembergischen Soolen enthalten, soweit sie aus Bohrlöchern gepumpt werden, alle $\frac{1}{2}$ % Gyps und krystallisiren gut. Die Haller Soole aus Steinsalzabfällen bereitet, enthält nur den 3. Theil dieses Gypsgehalts (0,17%) und hautet so, dass der Siedereibetrieb dadurch wesentlich belästigt wird. Es scheint nun demnach der Gypsgehalt das Hauten aufzuheben. Bei den angestellten Proben hat jedoch Gypszusatz zu gypsfreier Soole wenigstens keine so starke Verbesserung hervorgebracht, als erwartet werden konnte.

Es wurde Haller Pfannensoole von 60tägigem Betrieb zum Versuch verwendet. Diese Soole für sich hautete nicht mehr ganz vollständig bei 87°. Nachdem sie 2 Tage mit überschüssigem ge-

branntem Gyps geschüttelt und zuletzt filtrirt worden war, gab sie bis 91° noch complete Haut, die von da an abnahm. Die 2. chemisch reine Kochsalzlösung, welche in dem grossen eisernen Gefäss untersucht wurde, scheint durch Gypszusatz etwas verbessert worden zu sein. In den Dampfdörredämpfen bildete die reine Soole bis 91° eine Haut, die gypshaltige dagegen nur bis 99°. In den Siedpfannendämpfen dagegen war das Verhalten beider ziemlich dasselbe. Eine künstlich fast ganz reine Soole aus Krystallsalz und Brunnenwasser hautete mit einem Gemisch von 0,5 Glaubersalz und 0,5 Bittersalz bis 82°. Auf Zusatz von Gyps wurde das Hauten eher vermehrt, indem es bis zu 75° beobachtet wurde. Diess ist übrigens der Anhäufung von zu viel Salzen zuzuschreiben.

Eine reine künstliche Soole mit Gyps versetzt hautete bis 101° und liess von da an allmählig Soole durch. Für sich hautete diese Soole bei 94°, bei 100° und bei 91° und liess überhaupt nur langsam Soole durch.

Soole mit Chlorcalcium. Bei der Probe im grossen eisernen Kessel mit 10 Kilo Soole wurde gute Wilhelmshaller Bohrlochsoole aus dem Reservoir mit 2‰ Chlorcalcium versetzt und dabei tadellose Verdampfung erhalten. Auch waren die entstehenden Salzkryrstalle sehr gross.

Probe im kleinen Gefäss. Bohrlochsoole Nr. 9 von Wilhelmshaller, die vorher gar nicht hautete, krystallisirte auf Zusatz von 1‰ Chlorcalcium sehr gut.

Soole mit Chlormagnium. Künstliche fast ganz reine Soole aus Krystallsalz und Brunnenwasser, die bis 100° hautete und von da an nur wenig Soole durchliess, gab mit 1‰ Chlormagnium versetzt nach kurz dauernder Neigung zum Überwachsen eine ausgezeichnete Krystallisation bei 95°. Das Chlormagnium wirkte demnach in dieser Soole sehr gut. Auf weitem Zusatz von 5‰ Glaubersalz neben dem Chlormagnium erfolgte wahrscheinlich wegen zu grosser Salzmasse ein completes Hauten bis 79°.

Von guter Wilhelmshaller Soole, die bis 91° noch ziemlich hautete, wurde eine Probe mit 1‰ Chlormagnium versetzt und hiedurch auch noch der grössere Theil bei 91° überhautet erhalten. Die Soole war ziemlich gleich geblieben. Gyps war keiner ausgefallen. Dass Chlorcalcium doch viel besser wirkt, scheint

daraus hervorzugehen, dass auf Zusatz von 1% dieses Salzes zu der vorhergehenden chlormagniumhaltigen Lösung sofort nach dem Aufsieden ausgezeichnete Krystallisation erfolgte.

Soole von Hall, welche bei 90° complet hautete, gab mit 1% Chlormagnium nahezu dasselbe Hauten, mit 3% Chlormagnium dagegen hautete sie nur noch bis 101° vollständig und nachher allmählig weniger. Ein grösseres Quantum Chlormagnium bis zu 3% ist also von sehr guter Wirkung. Als dieser stark chlormagniumhaltigen Soole noch $\frac{1}{2}$ % Glaubersalz zugesetzt wurde, trat completes Hauten ein bis zur vollständigen Abkühlung. Es erfolgte dieselbe Wirkung wie nach dem Folgenden mittelst viel Glaubersalz und wenig Chlormagnium.

Reine Wilhelmshaller Soole, die Anfangs complet hautete und bis 84° nur 0,1 Soole durchliess. Auf Zusatz von $\frac{1}{2}$ % Chlormagnium hautete die Soole complet bis 89° und war bis 84° wieder 0,1 Soole durchlassend, also ziemlich gleich wie vorher. Auf Zusatz von 4% Glaubersalz neben dem Chlormagnium war completes Hauten bis zum Erkalten vorhanden.

Wilhelmshaller Soole, bis 98° hautend, die mit 2% verwittertem Glaubersalz versetzt und durch dieses Salz zu schwachem Sooldurchlassen, wenn auch nur anfänglich zu completem Hauten gebracht war, hautete auf Zusatz von $\frac{1}{2}$ % Chlormagnium vollständig bis 83°.

Soole mit Magnesiahydrat. Zu einer durch Chlorcalcium zu guter Krystallisation gebrachten Soole wurde $\frac{1}{2}$ % gepulverte Magnesia beige gerührt. Die Soole krystallisirte tadellos wie vorher. Es hatte also weder die gelöste Spur von Magnesiahydrat (in 60,000 Theilen Wasser löslich), noch die mechanische Trübung der Flüssigkeit einen Einfluss auf die Krystallisation.

Soole mit Kalkhydrat. Reine Reservoirsoole mit überschüssigem Kalk erhitzt hautete bis 97° und bildete dann nicht vollständig Soole durchlassende Decken. Dieselbe Soole für sich im eisernen grossen Gefäss geprüft hatte gar keine Haut gegeben. Der freie gelöste Kalk wirkt somit etwas hautend.

Soole mit Chlorkalk. Ein Zusatz von 0,005 Gewichtstheilen Chlorkalk zu reiner Soole von Wilhelmshall veranlasste starkes Hauten, das durch Zusatz von Salzsäure aufgehoben wurde. Es gab eine dünne Haut bis 102°, dann fortwährend ausgezeichnete Krystallisation als Folge des entstandenen Chlorcalciums.

Einer reinen Reservoirsoole, die vorher so viel wie gar nicht hautete, wurden 0,0003 Gewichtstheile Chlorkalk zugesetzt und die Soole durch dieses geringe Quantum nicht merklich verändert. Auf Zusatz von Salzsäure wurde die Krystallisation sofort eine sehr gute und es gab grosse Krystallpyramiden.

Soole mit Alaun. Wilhelmshaller Reservoirsoole, im grossen eisernen Gefäss mit 3% Alaun versetzt, gab an der Luft bis 99° eine dichte Haut und von da an allmählig bessere Krystallisation. Bei späteren Proben über Enthautung verunreinigter Soolen mit Alaun lieferte derselbe in gleicher und in geringerer Menge beigemischt viel bessere Resultate.

Soole mit kohlensaurem Ammoniak. Wilhelmshaller Soole mit 3% kohlensaurem Ammoniak versetzt, nachdem vom Kalk abfiltrirt und aufgesotten war, hautete vollständig bis 93°, liess dann aber ganz gut Soole durch.

Soole mit Soda. Ein Zusatz von überschüssiger Soda zu Soole, die bereits 0,03% Chlorcalcium und Salzsäure enthielt, gab absolut dichtes Hauten bis 86°, wahrscheinlich in Folge grossen Quantums von Salzen.

Reine Reservoirsoole mit 2,5% krystallisirter Soda hautete nur bis 100° vollständig, liess aber ganz wenig Soole durch bis fast zu völliger Abkühlung. Salzsäure zugesetzt veranlasste ausgezeichnete Krystallisation.

Dieselbe Probe wiederholt. Reine Reservoirsoole mit 3% krystallisirter Soda hautete bis 69° und hatte alles Krystallisationsvermögen verloren. Mit Gyps digerirt hautete die Soole nur noch bis 89°. Auf Zusatz von Chlorcalcium endlich erfolgte ausgezeichnete Krystallisation.

Soole mit Glaubersalz. Nach dem soeben bei der Soda erwähnten Versuch hautete mit viel aus Soda und Gyps entstandenem Glaubersalz eine Soole bis 89°. Gute Reservoirsoole mit $\frac{1}{2}$ % Glaubersalz versetzt hautete nicht. Mit 2,5% Glaubersalz war die Soole auch noch gut. Sie hautete nur bis 101° vollständig und wurde dann allmählig 0,3 Soole durchlassend bis 87°. Nach Zusatz von 1% Soda neben 2,5% Glaubersalz trat vollständiges Hauten ein bis 89°.

Eine künstliche bis 94° für sich hautende Soole zeigte mit 0,5% Glaubersalz ganz gute Krystallisation und mit 1% Glaubersalz Hauten bis 98° und von da an 0,7 durchgelassener Soole.

Dieselbe künstliche Soole mit 1% Chlormagnium gab gute Krystallisation. Auf Zusatz von 5% Glaubersalz zu dem Chlormagnium erfolgte completes Hauten bis 79° ohne Zweifel in Folge der grossen Salzmenge.

Soole mit Bittersalz. Gute Reservoirsoole von Wilhelms-hall wurde mit 1% Bittersalz versetzt ohne merkliche Veränderung. Mit 3% Bittersalz hautete die Soole bis 99° und krystallisirte alsdann gut. Das Bittersalz kann somit in einem Quantum bis zu 3% noch nicht als nachtheilig bezeichnet werden. Eine Probe Soole von Hall, die für sich bis 91° hautete, zeigte auf Zusatz von 1% Bittersalz Anfangs nur in der Mitte eine Haut und krystallisirte bei 91° ganz gut. Sie war somit durch das Bittersalz verbessert.

Soole mit Glaubersalz und Bittersalz. Zu künstlicher, fast chemisch reiner Soole 0,5% Glaubersalz und 0,5% Bittersalz gesetzt veranlasste completes Hauten bis 82°. Auf Zusatz von Gyps und Filtration wurde das Hauten eher vermehrt als vermindert, indem es nun bei Gegenwart der 3 schwefelsauren Salze bis 75° andauerte.

Dieselbe Soole mit 1% Glaubersalz und 1% Bittersalz nacheinander versetzt hautete bis 97°, war also eher verbessert. Noch 1% Salmiak zu den vorigen Salzen gesetzt gab eine Soole, die bis 96° schon beinahe vollständig sooldurchlassend war.

Eine Probe Soole von Hall, die für sich bis 90° überwachsen war, liess nach Zusatz von 1% unverwitterten krystallisirten Glaubersalzes bei 99° schon die Soole durch, wurde also vollständig brauchbar gemacht. Mit im Ganzen 2% Glaubersalz war die Soole wie vorher mit 1%. Nachdem aber noch $\frac{1}{2}$ % Bittersalz zugesetzt war, zeigte sich die Soole complet hautend bis 83°, war also bedeutend verschlimmert. Sofern an dieser Verschlimmerung nicht das Überschreiten eines gewissen zulässigen Salzquantums Schuld trug, müsste man hiernach den Schluss machen, dass wenig Bittersalz neben viel Glaubersalz nachtheilig sei.

Eine Probe Soole von Hall, die für sich bis 92° überwachsen war, liess mit $\frac{1}{2}$ % Glaubersalz bei 99° die Soole durch. Mit 1% Glaubersalz hautete sie Anfangs, krystallisirte aber bald ausgezeichnet. Mit 1% Glaubersalz und $\frac{1}{2}$ % Bittersalz war Überhauten da bis 82°, somit derselbe Fall wie eben.

Soole mit Kalisalpeter. Eine künstlich reine für sich bis

97° hautende Soole mit 1% Salpeter versetzt hautete noch bis 90° unter Auftreten von weissen Gipfeln. Mit 3% Salpeter hautete sie noch bis 80° und zeigte auch nachher fast keine Krystallisation, dagegen viele gelblichweisse Gipfel, der Salpeter hat somit das Hauten bedeutend vermehrt.

Nach Zusatz von 4% Chlorcalcium zu dieser Soole wurde dieselbe so verbessert, dass sie trotz des Salpeters nur im ersten Augenblick hautete und dann ausgezeichnet krystallisirte.

6) Verbesserung hautender Soolen.

Durch Chlorkalk, Salzsäure und Kalkspath.

50tägige Siedpfannensoole von Wilhelmshall, die für sich bis 94° vollständig hautete, wurde mit $\frac{1}{2}$ % gutem Chlorkalk versetzt und dieser nach 8tägigem Stehen mit Salzsäure zersetzt, worauf die Soole bei 97° schon vollständig sooldurchlassend war. Nach erfolgter Neutralisation der überschüssigen Salzsäure mit Kalkspath zeigte sich die Soole tadellos, wahrscheinlich in Folge der Bildung von Chlorcalcium.

Eine etwas unreinere $\frac{1}{5}$ mit Sägmehlabsud versetzte Soole, die bis 85° complet hautete, wurde in 3 Partien derselben Probe unterworfen, nur mit dem Unterschied, dass der Chlorkalk ($\frac{1}{2}$ %) vorher aufgelöst und dessen filtrirte Lösung zur Soole gesetzt wurde. Nach 8tägigem Stehen und ohne Salzsäurezusatz hautete die Soole gar nicht mehr vollständig, sondern liess allmählig mehr Soole durch. Eine Reinigung war somit durch das Chlor wirklich erfolgt. Auf Zusatz von Salzsäure und Kalkspath war die Soole ganz gut.

Soole mit Chlorwasser.

Die stark hautende Wilhelmsglucker Soole (bis 90° complete Haut) wurde mit $\frac{1}{2}$ % Chlorwasser versetzt und 9 Tage stehen gelassen, nach welcher Zeit das Chlor anscheinend spurlos verschwunden war. Die Soole hautete noch complet bis 84°, war somit eher schlechter als ohne Chlor. Es ist hieraus zu schliessen dass in der Wilhelmsglucker Soole keine das Hauten bewirkenden organischen Substanzen enthalten sind, weil diese durch das Chlor ohne Zweifel zerstört worden wären. Die Wilhelmsglucker Soole scheint im Gegentheil desshalb zu hauten, weil sie nicht nur an organischen, sondern auch an unorganischen Beimischungen fast vollständigen Mangel leidet.

Gerbsäurehaltige Soole mit Kalkhydrat.

Eine mit 0,02% Gerbsäure versetzte Reservoirsoole hautete complet bis 82°. Es wurde mit 0,25% Kalkbrei gekocht und dadurch alle Gerbsäure als gerbsaurer Kalk niedergeschlagen. Das Hauten wurde hiedurch nicht viel vermindert, sondern bis 87° noch beobachtet. Die Haut war jedoch weiss und nicht absolut dicht, wahrscheinlich mehr vom Kalk als von übrig gebliebenem gerbsaurem Kalk herrührend.

Kalkhydrat kein Mittel gegen Soolhauten.

Ein Gemisch von Sägmehlabsud mit Soole, das bis 61° stark hautete, wurde lange mit Kalk gekocht, hautete aber nachher wie vorher bis zu völliger Abkühlung. Der Kalkzusatz half also nichts.

Chlorcalcium als Mittel gegen Soolhauten.

Früher schon wurde bemerkt, dass Chlorcalcium bei guter Wilhelmshaller Soole eine ganz ausgezeichnete Krystallisation und die Bildung grosser Pyramiden bewirkte. Diese gute Wirkung trägt sich auch auf hautende Soolen über, indem das Chlorcalcium in den meisten Fällen bedeutende Verbesserung hervorbringt. Nicht nur wirkt das Chlorcalcium bei den durch unorganische Stoffe hautend gemachten Soolen, sondern zum Theil sogar hebt es die Wirkung organischer Körper auf.

2% Chlorcalcium zu einer durch Harz vollständig hautend gemachten Soole gesetzt verbesserten dieselbe derartig, dass kein vollständiges Hauten mehr erfolgte, sondern die Soole allmählig mehr durchgelassen wurde, bis endlich bei 77° tadellose Krystallisation erfolgte.

Eine künstliche reine Soole, die mit Gyps gesättigt wurde, zeigte sich durch 0,2% Chlorcalcium nicht merklich verbessert, wogegen sie auf Zusatz von 1% Chlorcalcium tadellos krystallisirte. Es folgt hieraus, dass das Chlorcalcium um zu wirken nicht in beliebigem Quantum nur überhaupt vorhanden zu sein braucht, sondern dass zu guter Krystallisation das Vorhandensein einer bestimmten Menge dieses Salzes erforderlich ist.

Wie früher bei der Angabe der Versuche mit organischen Körpern mitgetheilt wurde, hatte auf eine mittelst 0,0003 Theilen Seife zu completem Hauten gebrachte Soole der Zusatz von 1% und von 4% Chlorcalcium keine Wirkung, sondern diese Soole blieb nach wie vor bis zum Erkalten hautend.

Reservoirsoole von Hall hautete für sich complet bis 82° . Auf Zusatz von 1% Chlorcalcium wurde die Soole so sehr verbessert, dass sie schon bei 99° gut Soole durchliess. Das Chlorcalcium ist somit hier von ausgezeichneter Wirkung. 2% Chlorcalcium wirkten noch besser, indem gleich Anfangs $0,3$ Soole durchgelassen wurde.

Die mit Gyps versetzte Siedpfannensoole von Hall hautete noch complet bis 91° . Auf Zusatz von 2% Chlorcalcium erfolgte ausgezeichnete Krystallisation. In Hall könnte diesen Proben zu Folge das Hauten vollständig vermieden werden, indem man 1% Chlorcalcium in der Pfannensoole erhalten würde. Da das Chlorcalcium jedoch wegen der Wasseranziehung nachtheilig ist, so ist eine Verbesserung der Soole durch Glaubersalz vorzuziehen, welches letztere im Nachfolgenden als ausführbar erwiesen ist.

Verbesserung der Soole durch Zusatz von Glaubersalz oder Bittersalz.

Reine Wilhelmshaller Bohrlochsoole, die für sich bis 98° eine vollständige Haut gab, lieferte auf Zusatz von 1% Glaubersalz sofort nach dem Aufsieden gute Krystallisation. Durch weiteren Zusatz von noch 1% Glaubersalz wurde die Soole dagegen wieder schlechter und war wenig durchlassend. Auf Zusatz von $\frac{1}{2}\%$ Chlormagnium wurde die Soole noch schlechter und hautete bis 83° .

Eine bis 90° überwachsene Probe der Haller Soole liess nach Zusatz von 1% unverwitterten krystallisirten Glaubersalzes bei 99° die Soole durch, wurde also vollständig brauchbar gemacht.

Eine zweite bis 92° überwachsene Probe liess nach Zusatz von $\frac{1}{2}\%$ krystallisirtem Glaubersalz bei 99° die Soole durch. Bei Zusatz von noch $\frac{1}{2}\%$ hautete sie Anfangs, krystallisirte aber bald ausgezeichnet.

Das Glaubersalz ist demnach entschieden ein gutes Mittel zum Enthauten dieser Soole.

Eine vorher bis 91° hautende Probe von Haller Soole zeigte nach Zusatz von 1% Bittersalz Anfangs nur in der Mitte eine Haut und liess bis 91° vollständig Soole durch. Es könnte demnach sogar auch Bittersalz zum Enthauten der Soole dienen.

Einundzwanzig

Tabelle für die spezifischen Ge-
bei um 0,1% zunehmendem Salzgehalt und

Prozentgehalt	4°	10°	11°	12°	13°	14°
0,0	1,00000	0,99974	0,99965	0,99955	0,99944	0,99931
23,0	1,1789	1,1762	1,1758	1,1753	1,1748	1,1744
24,0	1,1872	1,1845	1,1840	1,1835	1,1831	1,1826
24,1	1,1880	1,1853	1,1848	1,1844	1,1839	1,1834
24,2	1,1888	1,1861	1,1856	1,1852	1,1847	1,1842
24,3	1,1897	1,1869	1,1865	1,1860	1,1855	1,1851
24,4	1,1905	1,1878	1,1873	1,1868	1,1864	1,1859
24,5	1,1913	1,1886	1,1881	1,1877	1,1872	1,1867
24,6	1,1922	1,1894	1,1890	1,1885	1,1880	1,1875
24,7	1,1930	1,1903	1,1898	1,1893	1,1889	1,1884
24,8	1,1938	1,1911	1,1906	1,1902	1,1897	1,1892
24,9	1,1946	1,1919	1,1915	1,1910	1,1905	1,1900
25,0	1,1955	1,1927	1,1923	1,1918	1,1913	1,1919
25,1	1,1963	1,1936	1,1931	1,1927	1,1922	1,1917
25,2	1,1971	1,1944	1,1940	1,1935	1,1930	1,1925
25,3	1,1980	1,1953	1,1948	1,1943	1,1938	1,1934
25,4	1,1988	1,1961	1,1956	1,1952	1,1947	1,1942
25,5	1,1997	1,1969	1,1965	1,1960	1,1955	1,1950
25,6	1,2005	1,1978	1,1973	1,1968	1,1964	1,1959
25,7	1,2013	1,1986	1,1981	1,1977	1,1972	1,1967
25,8	1,2022	1,1994	1,1990	1,1985	1,1980	1,1975
25,9	1,2030	1,2003	1,1998	1,1993	1,1989	1,1984
26,0	1,2038	1,2011	1,2006	1,2002	1,1997	1,1992
26,1	1,2047	1,2020	1,2015	1,2010	1,2005	1,2001
26,2	1,2055	1,2028	1,2023	1,2019	1,2014	1,2009
26,3	1,2064	1,2036	1,2032	1,2027	1,2022	1,2017
26,4	1,2072	1,2045	1,2040	1,2035	1,2031	1,2026
26,5	1,2081	1,2053	1,2049	1,2044	1,2039	1,2034
26,6	1,2089	1,2062	1,2057	1,2052	1,2048	1,2043
26,7	1,2097	1,2070	1,2065	1,2061	1,2056	1,2051
26,8	1,2106	1,2079	1,2074	1,2069	1,2064	1,2060
26,9	1,2114	1,2087	1,2082	2,2078	1,2073	1,2068
27,0	1,2123	1,2095	1,2091	1,2086	1,2081	1,2076
27,1	1,2131	1,2104	1,2099	1,2095	1,2090	1,2085
27,2	1,2140	1,2112	1,2108	1,2103	1,2098	1,2093
27,3	1,2148	1,2121	1,2116	1,2112	1,2107	1,2102
27,4	1,2257	1,2129	1,2125	1,2120	1,2115	1,2110

stes Kapitel.

wichte der Kochsalzsoolen

den Temperaturen von 4° und 10—20°.

15°	16°	17°	18°	19°	20°
0,99917	0,99901	0,99885	0,99868	0,99849	0,99829
1,1739	1,1734	1,1729	1,1724	1,1719	1,1714
1,1821	1,1816	1,1811	1,1806	1,1801	1,1796
1,1829	1,1824	1,1820	1,1815	1,1810	1,1805
1,1837	1,1833	1,1828	1,1823	1,1818	1,1813
1,1846	1,1841	1,1836	1,1831	1,1826	1,1821
1,1854	1,1849	1,1844	1,1839	1,1835	1,1830
1,1862	1,1858	1,1853	1,1848	1,1843	1,1838
1,1871	1,1866	1,1861	1,1856	1,1851	1,1846
1,1879	1,1874	1,1869	1,1864	1,1859	1,1854
1,1887	1,1882	1,1877	1,1873	1,1868	1,1863
1,1895	1,1891	1,1886	1,1881	1,1876	1,1871
1,1904	1,1899	1,1894	1,1889	1,1884	1,1879
1,1912	1,1907	1,1902	1,1898	1,1893	1,1888
1,1920	1,1916	1,1911	1,1906	1,1901	1,1896
1,1929	1,1924	1,1919	1,1914	1,1909	1,1904
1,1937	1,1932	1,1927	1,1923	1,1918	1,1913
1,1946	1,1941	1,1936	1,1931	1,1926	1,1921
1,1954	1,1959	1,1944	1,1939	1,1934	1,1929
1,1962	1,1957	1,1953	1,1948	1,1943	1,1938
1,1971	1,1966	1,1961	1,1956	1,1951	1,1946
1,1979	1,1974	1,1969	1,1964	1,1959	1,1954
1,1987	1,1983	1,1978	1,1973	1,1968	1,1963
1,1996	1,1991	1,1986	1,1981	1,1976	1,1971
1,2004	1,1999	1,1994	1,1990	1,1985	1,1980
1,2013	1,2008	1,2003	1,1998	1,1993	1,1988
1,2021	1,2016	1,2011	1,2006	1,2001	1,1996
1,2029	1,2025	1,2020	1,2015	1,2010	1,2005
1,2038	1,2033	1,2028	1,2023	1,2018	1,2013
1,2046	1,2042	1,2037	1,2032	1,2027	1,2022
1,2055	1,2050	1,2045	1,2040	1,2035	1,2030
1,2063	1,2058	1,2053	1,2049	1,2044	1,2039
1,2072	1,2067	1,2062	1,2057	1,2042	1,2047
1,2080	1,2075	1,2070	1,2065	1,2060	1,2055
1,2089	1,2084	1,2079	1,2074	1,2069	1,2064
1,2097	1,2092	1,2087	1,2082	1,2077	1,2072
1,2106	1,2101	1,2096	1,2091	1,2086	1,2081

Vorstehende, aus Dr. G. Karsten's Abhandlung über das Verhalten der Auflösungen des reinen Kochsalzes in Wasser (Archiv für Mineralogie, Geogn. Bergb. u. Hüttenkunde von Dr. C. I. B. Karsten u. Dr. H. v. Dechen XX. Bd. Berlin 1846) entnommene Tabelle ist zur Bestimmung des Salzgehalts der gewöhnlichen concentrirten Soolen und Mutterlaugen hinreichend. Die letzten Reihen der Tabelle von 26,8% an sind nachträglich berechnet worden mittelst Karstens Formel:

$$s = 0,9998884 + 0,00770417p - 0,0000027828p^2 + 0,00000041139p^3 \\ + (0,0000575836 - 0,0000374467p + 0,000000721546p^2)t \\ - (0,00000755696 - 0,000000431235p + 0,00000000823049p^2)t^2 \\ + (0,0000000342962 - 0,0000000012702p)t^3.$$

Karsten's Tabelle enthält diese Reihen für niedere Temperaturen nicht mehr, weil reine Kochsalzlösungen von 26,8% und mehr Salzgehalt nur bei höherer Temperatur noch bestehen können, ohne Salz auszuscheiden. Unreine Kochsalzlösungen gehen aber viel weiter in ihrem ganzen Salzgehalt. Ihr wirklicher Gehalt an wasserfreien Salzen ist dagegen ein geringerer als das spezifische Gewicht nach der Tabelle angibt und zwar ist der Unterschied um so bedeutender, je unreiner dieselben sind. Soolen aus Steinsalz künstlich dargestellt fand ich 0,2% und weniger unter dem nach der Tabelle gefundenen Salzgehalt, gewöhnliche Bohrlochsoolen 0,2 bis 0,3%, Soole aus den Siedpfannen entnommen 0,3 bis 0,4% je nach der Betriebszeit, und Mutterlaugen 0,5 bis 0,6% unter dem Salzgehalt nach der Tabelle. Die spezifischen Gewichte beziehen sich auf Wasser von der grössten Dichtigkeit, also nahezu 4 Grad.

Die alte Bischof'sche Tabelle gibt den Salzgehalt bei den concentrirteren Soolen um 0,3% zu hoch an im Vergleich mit der von Karsten.



Warth, H.

Beiträge zur Hebung des Salinen-Betriebs auf dem Standpunkt der
Wissenschaft und Technik Mit 29 Holzschnitten und zahlreichen Tabellen

Stuttgart 1870

Metall. 119 h

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11011487-4